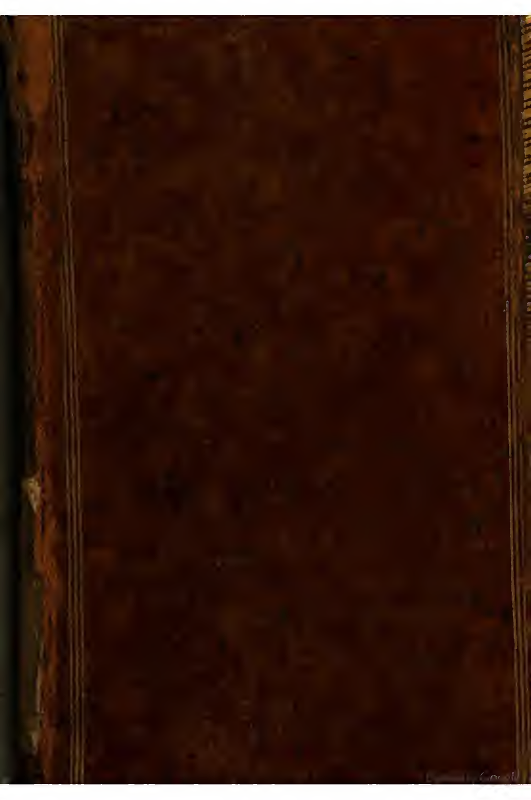








BIBLIOTHÈQUE UNIVERSELLE DES DAMES.

Neuvième Claſſe :

PHYSIQUE PARTICULIÈRE.

Il paroît tous les mois deux Volumes de cette Bibliothèque. On les délivre soit brochés, soit reliés en veau fauve ou écaillé & dorés sur tranche, ainsi qu'avec ou sans le nom de chaque Souscripteur imprimé au frontispice de chaque volume.

La souscription pour les 24 vol. reliés est de 72 liv., & de 54 liv. pour les volumes brochés.

Les Souscripteurs de Province, auxquels on ne peut les envoyer par la poste que brochés, payeront de plus 7 liv. 4 s. à cause des frais de poste.

Il faut s'adresser à M. CUCHET, Libraire, *rue & hôtel Serpente, à Paris.*

BIBLIOTHÈQUE

UNIVERSELLE

DES DAMES.

PHYSIQUE PARTICULIÈRE.

Par M. SIGAUD DE LAFOND.

TOME QUATRIÈME.

A PARIS,

RUE ET HÔTEL SERPENTE.

Avec Approbation & Privilége du Roi.

1790.

BIBLIOTHÈQUE

BIBLIOTHÈQUE
UNIVERSELLE
DES DAMES.

PHYSIQUE;

Suite de la deuxième Section du second chapitre.

§. II.

Des altérations de l'air athmosphérique, & des moyens de les connoître.

NOUS avons traité, dans le Paragraphe précédent, de la *Fluidité*, de la *Pesanteur*, & du *Ressort* de l'air athmosphérique. Ce sont autant de qualités essentielles à ce fluide, susceptibles cependant de certaines alté-

rations plus ou moins ſenſibles, & d'autant plus importantes à connoître, qu'elles influent ſur ſa conſtitution, & conſéquemment ſur la majeure partie des opérations de la nature. Quelles ſont donc les cauſes de ces altérations diverſes, & quels ſont les moyens de les connoître? Ces deux queſtions, qui méritent toute l'attention des Phyſiciens, feront l'objet de ce Paragraphe.

Et d'abord je conſidère que l'air athmoſphérique eſt le réceptacle des vapeurs qui s'élèvent continuellement des eaux ſtagnantes & coulantes ſur la ſurface du globe; qu'il reçoit à chaque inſtant les exhalaiſons qui ſe détachent des ſubſtances végétales, les parties de la tranſpiration inſen-

ſible des animaux de toute eſpèce, les émanations de tous les corps qui s'uſent, ſe décompoſent, ou ſe putréfient à la ſurface de la terre, & encore celles qui s'élèvent de ſon ſein.

Cela poſé, il eſt évident que tant de corps étrangers, élevés, ſuſpendus, & la plupart combinés avec ce fluide, doivent néceſſairement influer ſur ſa conſtitution, & conſéquemment, comme je viens de le dire dans l'inſtant, ſur la majeure partie des opérations de la nature, à la production deſquelles il concourt, & ce qui nous touche de plus près, ſur les fonctions de l'économie animale, ſur-tout ſur celles dans leſquelles l'air joue le plus grand rôle.

Mais, nous demandera-t-on peut-

être avant tout, comment pourra-t-on démontrer que cette multitude de ſubſtances dont nous venons de parler, toutes beaucoup plus denſes, beaucoup plus peſantes que l'air, puiſſent s'élever & demeurer ſuſpendues dans le ſein de ce fluide ? On le démontre par l'expérience, & pour me renfermer dans les bornes de mon miniſtère, je ferai ſeulement remarquer que l'eau qui, terme moyen, pèſe huit cents fois plus que l'air, n'eſt pas plutôt réduite en vapeurs, qu'elle s'élève, ſe répand & ſe diſtribue dans l'athmoſphère, où elle demeure ſuſpendue, & je le prouve par la pluie qui ſurvient ſi abondamment quelquefois, par la neige, qui tombe pendant l'hiver, par la grêle, qui eſt de toutes les ſaiſons.

Qu'eſt-ce en effet que la pluie ? j'en parlerai plus amplement ailleurs ; mais je répondrai ici que ce ſont des vapeurs élevées de la ſurface des eaux & condenſées dans l'athmoſphère, ſoit par le concours des nuées, ſoit par les vents qui les ont portées vers le ſommet des montagnes, ſoit par toute autre cauſe quelconque.

Qu'eſt-ce que la neige ? Qu'eſt-ce que la grêle ? Ce ſont encore des vapeurs ſaiſies & condenſées par un froid très-piquant qu'elles ont éprouvé dans les couches ſupérieures de l'athmoſphère, où elles s'étoient élevées.

Et ces vapeurs, qui dira la quantité qui s'en élève habituellement, pour que le Pic de Ténériffe, la

plus haute des montagnes de l'Afrique, ſoit tous les jours, vers les midi, enveloppé de nuées épaiſſes, qui s'y réſolvent en eau, & avec aſſez d'abondance pour ſuppléer à la pluie, qui ne tombe jamais dans cette île, & pour l'arroſer ſuffiſamment! C'eſt cependant un fait avoué de tous les voyageurs, & s'il en étoit beſoin, je pourrois en rapporter pluſieurs autres qui confirmeroient la même vérité.

Mais ce qui paroitra plus ſurprenant ſans doute, & ce qui aura tout l'air d'un paradoxe, c'eſt que jamais il n'y a plus d'eau dans l'athmoſphère, que lorſqu'il paroît qu'il y en a moins, lorſque l'air eſt très-ſec, & il eſt facile de le concevoir. Alors en effet

les parties aqueuses sont tellement distribuées & tellement éloignées les unes des autres, qu'elles donnent nécessairement des signes moins sensibles de leur présence. Voulez-vous vous assurer qu'elles ne sont pas moins abondantes pour cela, & qu'elles le sont peut-être davantage? *Boerrhaave* indique, dans le quatrième volume de sa Chimie, le moyen qu'il employa à cet effet, & ce moyen est entre les mains de tout le monde.

Il prit deux onces & un gros de sel de tartre, qu'il fit tellement dessécher dans un creuset, qu'il commençoit à se fondre. En cet état, il le mit dans une large capsule de verre, où il présentoit beaucoup de surface à l'air, au contact duquel il

le laissa exposé pendant l'espace de trois jours, & dans un temps où l'air étoit sec & froid. Après cet espace de temps il le pesa, & il trouva qu'il avoit acquis une once trois gros & demi de poids, à raison de la quantité d'eau qu'il avoit attirée de l'athmosphère, & qu'il avoit absorbée.

J'ai souvent fait des congélations artificielles, & toujours, lors même que l'air étoit très-sec, j'ai observé que la surface extérieure du vaisseau dans lequel je tenois mon mélange de glace pilée & de sel, se couvroit d'une couche fort épaisse d'une espèce de givre. Or d'où pouvoit provenir ce givre, sinon des parties aqueuses que l'air extérieur déposoit sur la surface de ce vaisseau, & qui, saisies par

le froid très-piquant qu'elles y éprouvoient, se congeloient aussitôt? Mais à quoi bon insister plus long-temps sur un fait universellement reconnu en Physique! S'il est donc prouvé que l'eau, huit cents fois plus dense & plus pesante que l'air, s'élève & demeure suspendue en très-grande quantité dans l'athmosphère, pourquoi d'autres exhalaisons & des émanations différentes ne pourroient-elles pas s'y élever également & y être soutenues? Laissons donc de côté cette question, & arrêtons-nous à considérer les changemens qui surviennent à la constitution de l'air, & les différens effets qu'il produit sur l'économie animale, à raison des substances étrangères qu'il recèle dans son sein. Cette considération,

qui nous touche de plus près, eſt plus digne de notre attention.

Et d'abord j'obſerve que l'air eſt un fluide dans lequel nous ſommes continuellement plongés, que nous reſpirons à chaque inſtant, & qu'il eſt tellement néceſſaire à l'entretien de la vie animale, qu'on ne peut ceſſer de le reſpirer ſans que la vie ne ſoit en danger. C'eſt une vérité de fait, atteſtée par une expérience qui ſe répète dans tous les cours de Phyſique expérimentale. On renferme un animal ſous le récipient de la machine pneumatique, on en évacue enſuite l'air, & l'animal y périt.

Mais j'obſerve auſſi qu'il n'eſt pas néceſſaire qne cet air ſoit évacué pour que l'animal périſſe : il ſuffit qu'il ſoit

aſſez bien renfermé ſous un récipient, pour qu'il n'ait aucune communication avec l'air extérieur. Il y périt également, mais dans un temps plus ou moins long, ſuivant que la capacité du vaiſſeau eſt plus ou moins grande, & ſuivant que l'animal eſt plus ou moins vivace.

Dans ce cas, ſa mort eſt occaſionnée par la mauvaiſe qualité de l'air qu'il reſpire, & qui ne ſe renouvelle point. Or cette mauvaiſe qualité vient des miaſmes qui s'exhalent de ſon corps, ſe mêlent à l'air, le détériorent, & lui enlèvent les qualités qu'il devroit avoir pour être propre à entretenir le jeu de la reſpiration, l'une des fonctions vitales de l'économie animale. Quelques-uns prétendent que

cet accident vient plutôt de ce que l'animal consommant à chaque inspiration une portion de la partie vitale ou salubre de l'air dans lequel il est enfermé, le reste de cette masse aérienne n'est plus qu'un fluide méphitique, un véritable poison qui détruit le principe de la vie dans l'animal qui la respire.

Quoi qu'il en soit, il est constant qu'un air qui ne se renouvelle point est un air très-mal sain, un air dangereux à respirer, sur-tout s'il est échauffé par des lumières qui brûlent dans son sein, parce que ces lumières consument la partie la plus pure, la plus salubre de cet air, ainsi que l'expérience l'atteste. Rien donc de plus nuisible à la santé, que de se ren-

fermer dans de petits boudoirs très-clos, & d'y demeurer long-temps à lire, à écrire, ou à y faire quelques autres ouvrages, à la lumière de quelques bougies allumées. Les constitutions les plus robustes ne pourroient y résister long-temps ; comment des femmes naturellement délicates pourroient-elles y tenir ?

S'il est dangereux de demeurer long-temps dans un petit espace, où l'air n'a point la liberté de se renouveler, & où il se corrompt promptement, à raison de son mélange avec les parties de la transpiration insensible & pulmonaire ; s'il est plus dangereux encore d'y demeurer à la clarté des bougies, qui consument la portion la plus salubre de ce fluide,

il l'eſt bien davantage d'y renfermer avec ſoi des chaufferettes de braiſe allumée, à deſſein de ſe garantir des atteintes du froid. Quelque bien allumée qu'elle ſoit, tant qu'elle brûle, la braiſe exhale une vapeur méphitique qui, ſe mélant à l'air qu'on reſpire, attaque le principe de la vie.

Le danger ſeroit encore plus grand, plus imminent, ſi au lieu de braiſe on ſe ſervoit de charbon : on s'expoſeroit à être ſuffoqué ſur le champ, & ſans qu'on eût le temps d'appeler du ſecours. A Paris, il n'y a point d'hiver où pluſieurs perſonnes ne périſſent victimes de cette imprudence, & tout funeſtes qu'ils ſoient, ces exemples, qu'on ne peut ignorer, ne rendent point plus ſages ceux qui ſont dans la mauvaiſe

habitude de ſe tenir avec du charbon allumé dans de petits cabinets qu'ils ferment ſur eux.

En général, il faut éviter de reſpirer un air ſurchargé de parties hétérogènes, & le plus sûr moyen de s'en garantir, c'eſt d'avoir ſoin de procurer à l'air la liberté de ſe renouveler ſouvent; mais quoiqu'il ſe renouvelle, il eſt mille cauſes qui altèrent ſa conſtitution & le rendent plus ou moins inſalubre.

Trop d'humidité, par exemple, nuit à ſa ſalubrité. De même en effet qu'une corde torſe qu'on imbibe d'eau ſe raccourcit avec effort, de même un air trop humide contracte fortement les fibres animales, & rappelle des douleurs plus ou moins vives dans

toutes les parties du corps où la circulation eſt gênée, comme dans les cicatrices, par exemple, dans les parties luxées, &c ; trop ſec, il produit un effet contraire & plus dangereux encore, ſelon l'opinion des plus célèbres médecins, qui regardent l'extrême ſéchereſſe de l'air comme ſa qualité la plus nuiſible à l'économie animale.

Trop peſant, je me trompe : je veux dire trop léger, car c'eſt une erreur populaire d'attribuer à l'excès de peſanteur de l'air un effet qui ne dépend que de la diminution de ſon poids. Eſt-il donc trop léger, nous nous ſentons abattus, énervés, & comme oppreſſés ſous un nouveau poids. Jamais nous ne ſommes plus diſpos, plus agiles que dans le temps

où l'air jouit de toute la pesanteur & de tout le ressort qu'il peut avoir. Comment cela ? Le voici.

Lorsque le poids de l'air diminue d'une quantité notable, sa pression sur l'habitude de notre corps diminue à proportion : les vaisseaux qui rampent à sa surface ne sont plus aussi fortement appuyés qu'ils l'étoient, & l'air, qu'ils charient avec les liqueurs dont ils sont remplis, se dilate & oppose un obstacle à la liberté de la circulation.

Les vicissitudes que ce fluide éprouve dans sa température, & sur-tout si elles sont grandes, ou qu'elles se succèdent promptement, n'influent pas moins sur l'économie animale. Je pourrois en citer un exemple bien

frappant, en expoſant ici les maladies dont les peuples des Indes orientales ſont fréquemment attaqués, à raiſon de ces viciſſitudes, qui ſont extrêmes chez eux; mais parlant à des Dames auxquelles de pareilles connoiſſances ſont tout-à-fait étrangères, je dois les entretenir de toute autre choſe. Je leur dirai donc ſimplement que les qualités eſſentielles de l'air ſont fréquemment expoſées à des altérations qui nuiſent à ſa ſalubrité, & qu'il eſt important de connoître ces altérations. Pour les mettre donc à portée de les connoître & de les obſerver à meſure qu'elles ſe préſenteront, je leur indiquerai des inſtrumens qui ne dépareront point leur cabinet de toilette, où elles pourront

s'occuper de ces ſortes d'obſervations qu'on ne peut trop multiplier.

Le *thermomètre* leur indiquera la température actuelle de l'air ; le *baromètre* leur montrera ſa peſanteur & ſon reſſort ; l'*hygromètre*, les différens degrés de ſéchereſſe & d'humidité qui règnent alternativement dans l'athmoſphère ; l'*anémomètre*, le vent qui ſouffle ; l'*eudomètre*, la quantité d'eau qui ſera tombée dans un temps donné ; la *bouſſole*, la déclinaiſon de l'aiguille aimantée ; l'*électromètre*, l'état de l'électricité de l'atmoſphère. Déja nous avons parlé de la *bouſſole* à l'article *aimant* ; nous reſerverons l'*électromètre* pour l'article Electricité. Nous ne parlerons donc ici que des autres inſtrumens.

Du Thermomètre.

On a diſputé pendant long-temps & on diſpute encore, non ſur l'origine de cet inſtrument, mais ſur le nom de celui auquel on doit faire honneur de cette précieuſe invention. Le plus grand nombre s'accorde à l'attribuer à un philoſophe alchimiſte, nommé *Corneille Drebel*, qui imagina cet inſtrument, dit-on, pour conſerver une température uniforme dans des ſerres chaudes qu'il ſoignoit.

Quoi qu'il en ſoit, ce thermomètre étoit bien différent de ceux dont on ſe ſert aujourd'hui : c'étoit un thermomètre à air, & beaucoup plus ſenſible que tous ceux qu'on a imaginés depuis ; mais trop eſſentiellement

vicieux, pour qu'on pût le perfectionner au point d'en faire un bon thermomètre.

C'étoit un tube de verre d'une longueur indéterminée, ouvert d'un bout, fermé à l'autre, où il se terminoit par une grosse boule mince qu'on y avoit soufflée. On plongeoit ce tube, du côté où il étoit ouvert, dans un vaisseau rempli en partie d'une liqueur colorée, & derrière lui, étoit une planche mince sur laquelle on le fixoit, & on traçoit ensuite son échelle. Telle étoit sa forme. Voici maintenant qu'elle étoit la manière de le graduer & d'en faire usage.

On chauffoit modérément la boule de cet instrument, & l'air qu'elle

contenoit, se dilatant à ce degré de chaleur, poussoit devant lui la colonne du même fluide dont le tube étoit naturellement rempli. Une partie de cette colonne, celle qui occupoit la partie inférieure du tube, s'en échappoit à travers la masse de liqueur dans laquelle il étoit plongé.

Cela fait, on laissoit les choses en cet état. Bientôt la boule se refroidissant, l'air raréfié qu'elle renfermoit se condensoit & reprenoit ses premières dimensions : il se faisoit donc un vuide dans cette boule, & ce vuide se remplissant à mesure & aux dépens de la colonne comprise dans le tube, il s'en faisoit un autre vers le bas de ce tube, & celui-ci se remplissoit à son tour par la liqueur colorée que la

preffion de l'air y portoit. Lorfque le tout étoit en équilibre, la liqueur ceffoit de monter, & l'inftrument étoit conftruit : il ne s'agiffoit plus que de le graduer, de manière à ce qu'il pût indiquer les degrés de chaleur & de froid.

Pour cela, on attendoit que la température de l'air fût moyenne, je veux dire, qu'il ne fît ni chaud, ni froid. Alors on marquoit fur la planche l'endroit où fe trouvoit la liqueur dans le tube ; & cette marque indiquoit le tempéré d'où l'on partoit, comme d'un point fixe, pour divifer la planche en-deffus & en-deffous en un certain nombre de parties égales.

On conçoit facilement que s'il furvenoit quelques degrés de chaleur dans

l'athmoſphère, l'air renfermé dans la boule de l'inſtrument ſe dilatoit, & qu'en ſe dilatant il repouſſoit du haut en bas la colonne de liqueur élevée dans le tube : on jugeoit donc des différens degrés de chaleur par ceux que la liqueur parcouroit en deſcendant dans ce tube.

Par la raiſon contraire, lorſqu'il ſurvenoit du froid dans l'athmoſphère, l'air de la boule ſe condenſant, la liqueur montoit dans le tube & indiquoit les degrés de froid par ceux qu'elle avoit parcourus au-deſſus du tempéré.

Rien de plus ſenſible, & je le répète, que ce thermomètre. Il ſuffiſoit de ſaiſir & d'embraſſer ſa boule avec la main, pour voir la liqueur deſcendre

d'une

d'une quantité plus ou moins notable, & remonter auſſitôt qu'on ceſſoit de toucher cette boule. Quel dommage qu'un inſtrument ſi précieux par ſa ſenſibilité, ſoit eſſentiellement défectueux, & qu'il ſoit impoſſible de remédier à ſes défauts! Dans le nombre de ceux qu'on peut lui reprocher, je ne parlerai que de deux, & ce furent ceux qui le firent abandonner.

Et d'abord, ſi l'air renfermé dans la boule eſt plus humide que celui de l'athmoſphère, à raiſon de cet excès d'humidité, il ſe dilatera beaucoup plus qu'il ne devroit ſe dilater, à un degré de chaleur donné; & conſéquemment la liqueur deſcendra au-delà du point auquel elle devroit deſcendre, & elle indiquera un degré de

chaleur ſupérieur à celui de l'athmoſphère. Ce reproche eſt fondé ſur un principe univerſellement reconnu en Phyſique, ſavoir, qu'au même degré de chaleur, l'expanſion des parties aqueuſes eſt plus conſidérable que celle des parties de l'air.

Le ſecond défaut eſſentiel à cet inſtrument dépend encore de ſa conſtitution. Le vaiſſeau qui contient la liqueur dans laquelle le tube eſt plongé, reſtant néceſſairement ouvert, cette liqueur s'y trouve expoſée aux viciſſitudes qui ſurviennent à la peſanteur de l'air extérieur, & ces viciſſitudes influent néceſſairement ſur la longueur de la colonne renfermée dans le tube. Sa marche eſt donc toujours équivoque, puiſqu'elle peut venir

auſſi bien de quelque altération dans le poids & le reſſort de l'air, que de la variété de ſa température.

Pour remédier à ces deux défauts, les Académiciens de Florence imaginèrent de remplir & la boule & une partie du tube d'une liqueur colorée, & de fermer hermétiquement l'extrémité du tube. C'étoit effectivement ce qu'il falloit faire pour parvenir à ce but; & cette pratique a toujours été adoptée depuis; mais quoique moins défectueux, le thermomètre de Florence étoit fort éloigné du degré de perfection auquel il falloit atteindre pour qu'on pût compter ſur ſes indications; ou au moins pour qu'il fût comparable, l'une des qualités les plus eſſentielles à un bon thermomètre.

Gradué, comme celui de *Drebel*, à la température moyenne de l'air, on conçoit facilement, d'après sa construction, que sa marche étoit inverse de celle de l'autre; que les degrés de chaleur étoient indiqués dans celui de Florence par l'ascension de la liqueur dans le tube, & les degrés de froid par sa chûte; mais son échelle n'étoit pas plus exacte, ou pour mieux dire, elle étoit également défectueuse dans l'un & dans l'autre thermomètre. Et pourquoi? parce que la température qui servoit de base à ces deux échelles, étoit un terme aussi variable que la sensibilité de ceux qui la marquoient sur l'instrument.

On ne tarda pas à s'apercevoir de ce défaut, & pour y remédier on pro-

posa de garder l'un de ces thermomètres pour servir d'étalon à l'échelle de tous ceux qu'on construiroit par la suite ; mais ce moyen ne remédioit qu'en partie au défaut qu'on vouloit éviter parce qu'à raison des différences qui se seroient trouvées dans le rapport des capacités des boules à celles des tubes, il étoit essentiel que les degrés de chaque échelle fussent différens. Or pour régler l'étendue ou la grandeur de ces degrés, un seul point, quelque fixe qu'on puisse le supposer, ne peut suffire ; il en faut nécessairement deux, & il faut que ces deux points soient fixes & invariables.

On le comprit très-bien, & chacun s'occupa de cet important objet. *Boyle*, *Halley*, *Fareinheit*, & plusieurs autres

Physiciens, nous indiquèrent différens moyens, tous également ingénieux, mais aucun qui ne fût essentiellement défectueux. Il étoit reservé à l'immortel *Newton* de trouver la solution de ce problême & d'assigner deux termes fixes & invariables dont on s'est toujours servi depuis : *la température de la glace qui se fond, & celle de l'eau bouillante.*

Le premier de ces deux rermes éprouva dabord quelques contestations : mais la dispute ne tarda point à être terminée à l'aide de quelques expériences décisives qui démontrèrent que partout, dans tous les climats, la glace se forme & se fond à la même température. Ce terme a même cet avantage, que non-seulement le degré de

froid auquel la glace commence à se fondre est fixe & invariable, mais encore permanent, tant qu'il reste une certaine quantité de glace dans le vaisseau dans lequel elle se fond. De là la facilité de s'assurer exactement de ce terme, & de le marquer sur la tige ou le tube d'un thermomètre qu'on plonge dans de la glace pilée.

Le second terme, celui de l'eau bouillante, peut souffrir encore quelques difficultés; mais il est facile de les lever, d'après les considérations que voici.

Il est constant que toutes sortes d'eaux ne bouillent point au même degré de chaleur, & également constant que la même eau ne bout point

à un degré fixe de chaleur, pendant tout le cours de l'année, ni dans tous les endroits où l'on peut la faire bouillir.

Et d'abord on conçoit facilement que toute eſpèce d'eau ne peut bouillir au même degré de chaleur : il en faut ſans doute davantage pour faire bouillir une eau plus denſe que celle qui la ſeroit moins. Une eau ſalée, par exemple, ou chargée de différentes parties minérales, exige une plus grande intenſité de chaleur pour bouillir, qu'une eau pure & dépouillée de parties hétérogènes qui augmenteroient ſa denſité.

De quelque eſpèce qu'elle ſoit, il ne faut pas s'attendre non plus à ce que la même eau bouille au même degré

de chaleur dans tout le cours d'une année, ni partout où l'on voudra la faire bouillir; & pourquoi? en voici la raison.

Pour qu'elle bouille, il faut que le feu qui la pénètre & la soulève en bouillons, ait assez d'activité pour soulever avec elle la colonne d'air qui repose sur sa surface; or cette colonne étant tantôt plus, tantôt moins pesante, elle oppose à cet effet, & d'un jour à l'autre, un obstacle plus ou moins grand : plus pesante, il faut que le feu ait plus d'activité pour la soulever, & conséquemment il faut un plus grand degré de chaleur pour faire bouillir la même eau, lorsque le baromètre est au-dessus, que lorsqu'il est au-dessous de vingt-huit pouces.

De là on comprend qu'il faut plus de chaleur encore pour faire bouillir de l'eau au pied d'une montagne, que ſur ſon ſommet, parce que, dans la première ſituation, la colonne d'air étant beaucoup plus longue que dans la ſeconde, elle pèſe davantage ſur la ſurface de cette eau, & oppoſe un plus grand obſtacle à ſon ébullition.

Cette vérité ſe prouve en phyſique par une expérience auſſi ſimple que facile à faire : on renferme ſous le récipient de la machine pneumatique une maſſe d'eau tiède, à la température de 25 à 30 degrés, & on fait le vuide : bientôt cette eau devient louche ; peu après on voit de groſſes bulles s'élever du fond du vaiſſeau, traverſer la maſſe d'eau, & crever à ſa ſurface ;

puis on la voit bouillir & évaporer aussi fortement que si, placée sur le feu, elle y eût acquis le degré de chaleur convenable à son ébullition.

On se persuade facilement que, loin d'être plus chaude qu'elle ne l'étoit lorsqu'on l'a mise sous le récipient, elle s'y est au contraire refroidie de plusieurs degrés, & on conçoit qu'elle ne bout ici que parce que l'air étant évacué en grande partie, l'action du feu qu'elle recèle éprouve moins d'obstacles à la soulever en bouillons.

Il est donc constant que le terme de l'ébullition de l'eau est un terme variable ; mais quelque variable qu'il soit, on le trouvera constant & invariable, si on prend les précautions suivantes :

1°. De n'employer que de l'eau diſtillée pour cette opération; & cette eau, dont la denſité eſt toujours la même, peut ſe trouver partout. 2°. De ne la faire bouillir que dans le temps où le baromètre eſt à une hauteur donnée, & conſéquemment où le poids de l'air eſt toujours le même: on eſt dans l'uſage de choiſir pour cela la hauteur moyenne du baromètre.

On a donc toujours deux termes fixes, fort éloignés l'un de l'autre, dont on peut ſe ſervir pour régler l'échelle des thermomètres, & rendre ces inſtrumens comparables, en obſervant d'ailleurs les règles preſcrites pour l'exactitude de leur conſtruction, règles que nous paſſerons ſous ſilence, parce qu'il n'importe qu'à ceux qui les

fabriquent,

fabriquent, ou à ceux qui doivent diriger ce travail, d'en être inſtruits.

C'eſt en partant des deux points fixes que nous venons d'indiquer, que M. de *Réaumur* conſtruiſit l'échelle de ſes thermomètres, faits le plus communément avec de l'eſprit de vin coloré & alongé d'une certaine quantité d'eau, pour amener cette liqueur à un certain degré de dilatabilité facile à trouver partout.

Quant à la diviſion de cette échelle, ce ſavant académicien poſa zéro de chaleur au point où la liqueur ſe fixe, lorſque la boule de l'inſtrument eſt plongée dans de la glace pilée, & ayant trouvé que ſon eſprit de vin ainſi préparé ſe dilatoit de quatre-vingts millièmes à la température de l'eau bouillante, il

divisa en quatre-vingts parties l'espace compris entre la température de la glace & celle de l'eau bouillante ; de sorte que les degrés de chaleur marqués en montant sur son échelle, indiquoient en même temps des millièmes de dilatation.

Dans cette échelle, la température moyenne ou le terme moyen de la chaleur est placé à dix degrés & un quart, & cette température est celle qu'on éprouve assez constamment pendant tout le cours de l'année, dans les lieux très-profonds, tels que les caves de l'observatoire de Paris, qui ont quatre-vingts pieds de profondeur.

C'est cette échelle qu'on suit généralement en France dans la construc-

tion des thermomètres : il n'y a guères que les chimistes qui préferent celle de *Fareinheit*, dont le thermomètre, fait en mercure, peut indiquer des degrés de chaleur bien au-dessus de la température de l'eau bouillante. Nous ne dirons rien de celui-ci, ni de plusieurs autres encore, dont on fait usage en quelques endroits, parce que la majeure partie de nos lecteurs n'a aucun intérêt de les connoître : ceux cependant qui n'approuveroient point notre silence à cet égard, pourront consulter le troisième volume de nos *Elémens de physique théorique & expérimentale.*

Avant de terminer cet article, je m'arrêterai un moment à deux observations qui méritent de trouver place

ici, & dont l'une eſt importante à ceux qui ſont dans l'uſage de prendre des bains, & ſur-tout à ceux auxquels il eſt ordonné d'en prendre à une température indiquée : pris plus chauds, loin de remplir les vues du médecin qui les ordonne, ils pourroient produire des accidens plus fâcheux encore que le mal auquel on ſe propoſe de remédier : en général il eſt toujours imprudent & même dangereux de les prendre au-deſſus d'une certaine température, & c'eſt ici où il eſt important de conſulter le thermomètre pour règler la température de l'eau.

On ſe ſert ordinairement pour cela d'un thermomètre renfermé dans un cylindre de verre, & ce cylindre eſt hermétiquement fermé à ſes deux

extrémités, afin de garantir l'échelle du thermomètre de l'atteinte de l'eau; or cette pratique eſt on ne peut plus défectueuſe. Semblable en effet à la liqueur qui chauffe dans un bain-marie, & dont la température eſt toujours de cinq à ſix degrés au-deſſous de celle du bain, la liqueur de ce thermomètre eſt dans le même cas : ſa température eſt conſtamment de cinq à ſix degrés plus froide que celle de l'eau dans laquelle l'inſtrument eſt plongé, de ſorte que ſi on chauffe cette eau au point de faire monter le thermomètre au degré auquel on ſe propoſe de prendre le bain, on le prend néceſſairement de cinq à ſix degrés trop chauds.

Il eſt donc important de trouver un

moyen de remédier à cet accident, & d'empêcher en même temps que l'échelle du thermomètre ne ſoit mouillée. En voici un très-ſimple; mais il exige une dextérité peu commune de la part de l'artiſte qui conſtruit le thermomètre : il faut en effet qu'il ſoit aſſez adroit pour ne renfermer dans le cylindre que la tige de l'inſtrument avec ſon échelle, qui eſt collée deſſus, & pour ſouder le cylindre à la naiſſance de la boule, de façon que celle-ci ſoit entièrement en dehors.

Pour rendre cet inſtrument plus commode, il faut encore un nouveau coup d'adreſſe de la part de l'artiſte : il faut qu'il ménage une ſeconde boule au-deſſous de la première, & que cette ſeconde ſoit leſtée d'une quantité ſuf-

ſiſante de mercure, pour que le thermomètre ſe tienne verticalement dans l'eau, & y demeure en équilibre ſans y être entièrement plongé.

A l'aide d'un pareil inſtrument, & que je ſuppoſe exact, on eſt aſſuré de connoître la véritable température de l'eau du bain; mais, je le répète, il eſt peu d'artiſtes en état de le conſtruire. M. *Rouland*, que j'ai cité dans la préface de cet ouvrage, m'en a fait exécuter quelques-uns qui ſont excellens, & je penſe qu'il lui ſeroit facile d'en procurer de ſemblables à ceux qui s'adreſſeroient à lui.

La ſeconde obſervation, à laquelle je m'arrêterai encore un moment, n'eſt que de curioſité; mais elle mérite d'être priſe en conſidération. On ob-

ſerve que la liqueur d'un thermomètre étant montée dans ſon tube à un degré donné de chaleur, ſi on trempe ſa boule dans une liqueur très-volatile, telle que de l'eſprit de vin, & encore mieux de l'éther, & qu'après l'en avoir retirée, on l'agite un peu dans l'air pour accélérer l'évaporation de la liqueur dont elle eſt couverte, le thermomètre baiſſe de quelques degrés, & d'autant plus que la liqueur dans laquelle il a été plongé eſt plus volatile ; d'où il paroitroit que les vapeurs qui s'en exhalent, emporteroient avec elles quelques-unes des parties ignées dont la liqueur eſt imprégnée.

Quoiqu'il en ſoit de la cauſe de ce phénomène, dont on s'eſt beaucoup occupé dans ces derniers temps, il

paroît qu'il étoit connu des anciens, & qu'ils en avoient tiré un parti fort avantageux. *Bernier*, qui mourut en 1683, rapporte, dans l'hiſtoire de ſes voyages, que c'étoit une pratique fort commune chez les voyageurs qui traverſoient les vaſtes & brûlantes contrées de l'Indoſtan, de porter avec eux des bouteilles remplies d'eau & enveloppées d'un morceau de drap de laine fortement imbibé d'eau : ils ſuſpendoient ces bouteilles à côté de leurs chameaux, & de préférence du côté où l'ombre ſe portoit : l'eau ſe rafraîchiſſoit dans les bouteilles à meſure que l'étoffe dont elles étoient couvertes ſe ſéchoit, ou que l'eau dont elles étoient imbibées s'évaporoit.

Chardin rapporte une obſervation

femblable, & ajoute qu'il y a plusieurs villes en Perfe & en Egypte, dont la majeure partie du commerce confifte en des vaiffeaux d'une terre très-poreufe & non verniffée, qu'on remplit d'eau qui fuinte peu à peu par leurs pores, & s'évapore à leur furface : que cette évaporation rafraîchit fenfiblement celle qui y refte, & que les voyageurs qui veulent fe procurer la fatisfaction de boire de l'eau fraîche, ou moins chaude qu'elle ne le feroit, fufpendent de ces fortes de vaiffeaux fous le ventre de leurs chameaux. Je pourrois citer ici plufieurs autres obfervations qui confirmeroient cette vérité, fi elle n'étoit fuffifamment connue. Je paffe donc à la confidération d'un autre inftrument,

non moins important à connoître que le précédent.

Du Baromètre.

On doit à *Otto de Guerikue* l'invention de cet inſtrument. Il avoit répété la fameuſe expérience de *Toricelli*, qui conſiſte à remplir de mercure un tube de verre de trente & quelques pouces de longueur, fermé hermétiquement d'un côté; à boucher enſuite ſon ouverture avec le doigt, pour le plonger, ainſi bouché, dans une capſule ou un vaiſſeau quelconque, en partie rempli de mercure; à le déboucher enſuite pour voir une partie de la colonne renfermée dans le tube, ſe précipiter, & l'autre partie, qui eſt la plus longue, ſe balancer à pluſieurs

pourroit faire un inſtrument météorologique, propre à indiquer les variations du temps, & cette idée donna naiſſance au Baromètre.

Bientôt cette idée fut réaliſée; on conſtruiſit des baromètres, & ce fut à qui en auroit un dans ſon cabinet; mais conſtruits ſans autre précaution que de remplir le tube de mercure, & de le plonger, bien rempli, dans ſa cuvette, on conçoit que ces inſtrumens étoient très-défectueux, à raiſon d'une multitude de petites bulles d'air qui ſe trouvoient diſſéminées entre les molécules de mercure. Incomparablement plus légères que ce fluide, ces bulles s'élevoient inſenſiblement à travers ſa maſſe, ſe portoient au-deſſus de la colonne qu'elles

repouſſoient de haut en bas, & dès lors on ne pouvoit plus compter ſur ſa véritable hauteur, ni conſéquemment ſur les variations de temps qui accompagnent aſſez fréquemment la marche de cette colonne.

On ne tarda point à s'apercevoir de ce défaut, & parmi les moyens auxquels on eut recours pour y remédier, le plus efficace fut de faire bouillir le mercure dans le tube : cette ébullition, qui raréfie l'air dont il eſt imprégné, détermine cet air à ſe porter au dehors, & on le voit s'en échapper à meſure qu'il ſe dilate, & qu'on retient le tube dans une ſituation inclinée ſur des charbons allumés. Cette opération, indiſpenſable à la bonté du baromètre, exige certaines précau-

tions que je passe sous silence, mais dont l'artiste doit être instruit; il suffit d'indiquer à l'amateur qui veut se procurer un bon baromètre, le moyen de connoître si son tube a été rempli de cette manière : il aura lieu de le croire, si la colonne de mercure paroît très-claire & très-nette dans toute sa longueur, & si, l'agitant modérément dans le tube, elle frappe un coup sec contre sa voûte.

Quant à l'étendue de la marche du baromètre, elle ne va point entièrement à deux pouces en France, à moins qu'il ne survienne quelque événement extraordinaire qui le fasse baisser au-delà de ses limites naturelles : ces limites sont renfermées entre vingt-sept pouces trois lignes, & vingt-

neuf pouces moins trois lignes, & c'eſt dans cet eſpace qu'on place ordinairement les indications du baromètre; la hauteur moyenne eſt de vingt-huit pouces, & c'eſt à cette hauteur où l'on marque communément le temps variable.

On auroit tort de s'en prendre à la bonté de cet inſtrument, lorſque les changemens de temps ne s'accordent point avec ſes indications. Il n'y a point de connexion néceſſaire entre la marche de la colonne de mercure & les variations du temps : la hauteur de cette colonne n'indique abſolument que la peſanteur actuelle de l'air, & ce n'eſt que par accident qu'elle marque le beau ou le mauvais temps.

On en ſera bien perſuadé, ſi on

considère que le vent & les différentes exhalaisons qui s'élèvent dans l'athmosphère, influent plus que quoi que ce soit sur la marche de cet instrument. Arrêtons-nous un moment à la première de ces deux considérations.

Si donc un vent venant à souffler de haut en bas, comprime l'air qui est au-dessous, il tendra nécessairement son ressort, augmentera sa pression, & la colonne de mercure montera dans le baromètre : or il peut se faire alors qu'un amas de vapeurs élevées dans les nuées se convertissent en eau, & se précipitent : dans ce cas, la pluie surviendra, & le baromètre indiquera le beau temps.

Par la raison contraire, si le vent qui

s'élève souffle de bas en haut, ou parallélement à l'horizon, dans l'une des régions supérieurs de l'athmosphère, le premier repoussera les colonnes d'air, & diminuera d'autant leur pression sur le baromètre; le second balayera & emportera au loin les couches d'air dans lesquelles il soufflera; celles qui seront au-dessous se dilateront donc, leur ressort diminuera, leur pression deviendra moindre sur la colonne de mercure renfermée dans le baromètre, & celle-ci baissera, sans que le mauvais temps survienne.

Cependant il est des circonstances à observer dans la marche de cet instrument, & ces circonstances conduisent à des prédictions assez certaines sur le temps qui doit survenir : on

nous saura gré sans doute de les indiquer ici.

Toutes choses égales d'ailleurs, la colonne de mercure est constamment plus haute pendant l'hiver que pendant l'été, & elle l'est davantage le matin que vers le milieu du jour.

Si pendant l'été la colonne vient à baisser d'une manière sensible, sa chute annonce le tonnerre, & si l'orage survient immédiatement après, il est rare qu'il soit de longue durée; il en est de même du beau temps qui suit immédiatement l'ascension du mercure dans le tube : il n'est pour ainsi dire que momentané.

Pour qu'on puisse compter sur la marche du baromètre, il faut qu'elle soit constante & progressive : sa

colonne vient-elle à s'alonger, & cet alongement se fait-il par degrés successifs, on peut s'attendre à voir succéder le beau temps, & à le voir persévérer tant que la colonne conservera la hauteur qu'elle aura acquise, ne fût-elle point encore parvenue à vingt-huit pouces, en supposant qu'elle fût antérieurement au-dessous de ce terme.

Je dirai la même chose de la chute de cette colonne, si elle se fait progressivement & par degrés; le mauvais temps surviendra, on aura de la pluie ou du vent, avant même qu'elle soit descendue à vingt-huit pouces, si elle vient d'une hauteur plus considérable.

Toujours cette colonne s'abaisse,

& se tient plus ou moins au-dessous de ses limites ordinaires, lorsqu'il survient quelque grande secousse dans l'athmosphère, en quelque endroit du globe que ce soit : cette chute s'observe sur-tout, lorsqu'il arrive quelque tremblement de terre considérable, quelque ouragan furieux, ou que quelque volcan s'ouvre & se met en éruption.

En 1755, au moment ou Lisbonne fut renversée par un horrible tremblement de terre, le baromètre descendit à Paris de près de trois lignes au-dessous de vingt-sept pouces; il descendit encore aussi bas pendant la cruelle catastrophe qui ravagea la Calabre, ensevelit Messine sous ses propres ruines, & fit de cette su-

perbe ville le désert le plus affreux.
Plus d'une fois, entre ces deux époques, on l'a vu descendre au-dessous de vingt-sept pouces, & toujours, quelques temps après, les papiers publics ont fait mention de quelques désastres occasionnés par quelques convulsions du globe, ou par quelques tempêtes fougueuses, arrivées précisément dans le temps où on avoit observé la chute du baromètre.

Eloignons de notre esprit le souvenir de ces terribles événemens, dont nous n'avons pu nous dispenser de faire mention, & reportons nos regards sur un instrument qu'on se plaît à consulter souvent.

Renfermée entre des limites très-rapprochées, la marche du baromètre

ordinaire n'eſt point auſſi ſenſible qu'on déſireroit qu'elle le fût, & plu- ſieurs ſavans phyſiciens ſe ſont oc- cupés à lui donner plus d'étendue. Si leurs recherches n'ont point répondu à ce qu'on avoit droit d'en attendre, elles n'ont point été abſolument in- fructueuſes, & on en jugera en con- ſidérant les différentes formes de *baromètres* que nous avons décrites dans notre ouvrage intitulé, *Deſcrip- tion & uſage d'un cabinet de phyſique*, tome II. Nous dirons cependant un mot du *baromètre à cadran*, à raiſon de la préférence qu'on lui donne aſſez ordinairement.

On doit l'invention de cet inſtru- ment au génie induſtrieux de *Robert Hoock*. C'eſt ſans contredit le baromètre

le plus élégant que je connoiſſe, & en même temps celui dont la marche eſt la plus facile à ſaiſir. Il eſt trop connu pour qu'il ſoit néceſſaire d'en faire la deſcription : j'obſerverai ſeulement que ſon aiguille fait communément un pouce de chemin par chaque ligne de mouvement que fait le mercure dans ſon tube; mais la queſtion eſt de ſavoir s'il eſt auſſi exact dans ſa marche que le *baromètre ſimple* l'eſt dans la ſienne.

Je ſuis fort éloigné de le penſer, parce que je ne vois dans ce baromètre que les grandes variations du mercure dont on puiſſe s'apercevoir: les petites y ſont abſolument inſenſibles, & en voici la raiſon: lors, en effet, que le mercure commence à

monter,

monter ou à descendre, lorsque la surface de la colonne devient convexe ou concave, le poids qui repose dessus n'a point assez de mouvement pour faire tourner la poulie qui fait marcher l'aiguille; puisque, quelque mobile qu'on la suppose, elle éprouve nécessairement un frottement sur son axe, & que ce frottement suffit pour s'opposer à son mouvement.

A ce défaut essentiel, auquel il est impossible de remédier parfaitement, je pourrois en ajouter quelques autres moins essentiels à la vérité, mais qui nuisent tous plus ou moins à la perfection de cet instrument, plus fait pour orner un boudoir, que pour être consulté; & tout bien considéré, nous n'avons encore que le baromètre simple

de *Toricelli* auquel on puiſſe s'en rapporter, juſqu'à ce qu'on ſoit parvenu à en imaginer un autre qu'on puiſſe lui ſubſtituer. En attendant, je vais parler d'un autre inſtrument bien moins connu & bien moins répandu que le précédent, mais qui mérite de l'être autant que lui, parce qu'il eſt auſſi important de connoître les différens degrés de ſéchereſſe & d'humidité qui règnent alternativement dans l'athmoſphère, que de connoître les viciſſitudes qui ſurviennent à la température, ainſi qu'au poids & au reſſort de l'air. Cet inſtrument ſe nomme *hygromètre*.

De l'Hygromètre.

L'*hygromètre*, autrement dit le *notiomètre*, eſt un inſtrument qui in-

dique l'état actuel de sécheresse ou d'humidité de l'air. On peut le construire de différentes matières & lui donner différentes formes, & c'est ce qu'on a fait jusqu'à présent.

Le plus commun & le plus répandu de ces instrumens, mais non le plus exact à beaucoup près, est fait d'une corde à boyau attachée par l'un de ses bouts à un point fixe, d'où elle part pour se rouler sur une petite colonne verticale qui tourne sur elle-même, en deux sens opposés, à mesure que la corde se tord ou se détord. La rotation de cette colonne entraîne celle d'une aiguille fixée sur son extrémité supérieure, & cette aiguille marque sur un cadran les degrés de sécheresse ou d'humidité.

Plus ſouvent encore cette colonne fait mouvoir un plan circulaire adhérent à ſa baſe, & ſur lequel on a établi deux petites figures humaines. Le tout eſt renfermé dans une eſpèce de cage ou bâtiment ouvert par devant, en forme de deux portiques, par l'un deſquels ſort la figure de la dame, qui annonce la ſéchereſſe ou le beau temps ; & par l'autre, la figure de l'homme, qui annonce de l'humidité ou la pluie. On conçoit facilement le degré de confiance que mérite un inſtrument de cette eſpèce.

En le faiſant orner autant qu'il eſt ſuſceptible de l'être, c'eſt un joli cadeau à faire à un enfant pour ſes étrennes. Comment en effet pourroit-il être ſuſceptible des impreſſions

alternatives de la féchereſſe & de l'humidité, tandis qu'on le tient renfermé dans l'intérieur d'un appartement, & que la corde à boyau, qui eſt le moteur de cet inſtrument, eſt elle-même renfermée dans une eſpèce d'étui?

Et d'ailleurs n'eſt-il pas conſtant que les cordes à boyau commencent par s'accourcir au premier degré d'humidité qu'elles éprouvent, & finiſſent par s'alonger lorſque l'humidité s'accroît, & à meſure qu'elles s'en imbibent davantage? Comment pourroit-on donc compter ſur leurs mouvemens?

Les hygromètres faits de différens bois, de parchemin, d'éponge, ainſi que ceux qu'on conſtruit avec un épi de blé, & pluſieurs autres encore que

je passe sous silence, parce que leurs défauts sont trop évidens pour en imposer à qui que ce soit, tous ne sont point meilleurs que le précédent.

Ceux qu'on construit en bois, sont nécessairement faits de bois vert, le seul qui puisse absorber sensiblement l'humidité de l'air, & par cela seul on conçoit qu'ils doivent perdre leur vertu à mesure qu'ils se dessèchent.

Le parchemin ne vaut pas mieux : trop peu épais pour se charger de l'humidité de l'air dont il est environné, lorsque cette humidité est très-abondante, il se dessèche ensuite trop promptement & trop irrégulièrement ; de là ses alternatives de tension & de relâchement n'ont rien de certain,

& ne peuvent indiquer les progrès de l'humidité & de la ſéchereſſe.

Une éponge imbibée de vinaigre dans lequel on a fait diſſoudre du ſel ammoniac & du ſel marin, étant enſuite ſuſpendue au bras d'une balance très-ſenſible, peut d'abord faire un hygromètre aſſez paſſable; mais le vinaigre s'évaporant à la longue, & plus promptement encore l'humidité dont les ſels ſe ſont imprégnés, cette évaporation entraîne une partie de ces ſels, & l'éponge perd ſa vertu abſorbante de l'humidité, & conſéquemment ſon mérite.

Le tuyau d'épi de blé, qu'on emploie aſſez communément dans la conſtruction d'un inſtrument de cette eſpèce, a bien l'avantage, tant qu'il eſt

vert, de se montrer sensible à l'humidité & à la sécheresse, de se tortiller & de revenir sur lui-même; mais dès qu'il est sec, & c'est l'affaire de peu de jours, il perd sa vertu. Je dirai la même chose des autres hygromètres de cette espèce; ils ont tous, à quelques différences près, les mêmes défauts.

En voici d'autres d'un genre bien différent; & qui, sans être aussi parfaits qu'il seroit à désirer qu'ils le fussent, le sont cependant assez pour mériter de trouver place dans le cabinet d'un amateur.

Le premier, celui qui a fait naître l'idée de la plupart de ceux qui sont venus ensuite, a été imaginé par M. *Duluc*, savant physicien qui s'est

acquis une réputation bien méritée. Son hygromètre est fait d'un cylindre creux d'ivoire, de trois pouces de longueur & de trois seizièmes de ligne d'épaisseur ; on adapte à ce cylindre un tube de verre bien calibré, je veux dire, de même diamètre dans toute sa longueur : on remplit de mercure ce cylindre & une partie du tube, & l'instrument est construit. Qu'on n'imagine cependant pas que cette opération soit aussi facile qu'elle le paroît au premier aspect ; elle exige des précautions particulières que M. *Duluc* indique, & que je passe sous silence, parce que je parle à des amateurs qui n'ont aucun intérêt de les connoître.

Très-susceptible des impressions de la sécheresse & de l'humidité aux-

quels on l'expofe, le cylindre d'ivoire fe contracte & fe dilate à raifon qu'il en eft affecté; de là un mouvement alternatif dans la colonne de mercure: elle s'élève ou s'abaiffe dans le tube, & marque, par les différens degrés d'élévation ou d'abaiffement, l'état actuel de féchereffe ou d'humidité de l'athmofphère.

Mais ce cylindre étant pareillement expofé aux variations qui furviennent à la température de l'air, fes dimenfions ne peuvent manquer d'en être affectées, ainfi que la maffe de mercure qu'il renferme; de là un autre mouvement dans la colonne de ce fluide, mouvement qu'on ne peut éviter, & qui eft tout-à-fait étranger au feul qu'elle devroit avoir confor-

mément à sa destination; de là un défaut essentiel à la construction de cet instrument.

A la vérité M. *Duluc* remédie, autant qu'il est possible, à ce défaut, en plaçant à côté de son hygromètre un thermomètre qui marque la correction qu'il faut faire, ce qu'il faut ajouter ou retrancher aux degrés indiqués par la marche de la colonne de mercure, pour connoître le véritable degré actuel de sécheresse & d'humidité. Malgré cette correction, l'instrument est encore défectueux, parce qu'il indique moins l'actualité de la sécheresse ou de l'humidité, que la sécheresse ou l'humidité passée, & c'est un défaut auquel il est impossible de remédier. A ce défaut près, l'instrument est

on ne peut plus ingénieux, & pour en connoître tout le mérite, il faut en lire la defcription dans deux favans mémoires de fon auteur, imprimés dans le cinquième volume du *Journal de phyfique* de l'*abbé Rozier.*

Cet hygromètre a donné naiffance à une autre efpèce de même genre, mais plus facile à exécuter. Dans celui-ci on fubftitue un tuyau de plume au cylindre d'ivoire, ayant foin de le racler extérieurement pour le dépolir, & le rendre par ce moyen plus fufceptible des impreffions de l'humidité & de la fécherèffe : mais jufqu'à quel point faut-il le racler, quel degré d'épaiffeur faut-il lui laiffer, & de quel point fondamental faut-il partir, pour conftruire l'échelle de cet inftrument?

C'eft

c'eſt ſur quoi les différens auteurs, qui l'ont adopté, ne s'accordent point, & leurs hygromètres en font autant.

J'en ai fait venir pluſieurs de Paris, où ils ſe fabriquent; les uns ſous le nom d'hygromètre de M. *Retz*, les autres ſous celui de M. l'abbé *Copinau*, & je n'en ai trouvé aucun dont la marche fût uniforme & comparable. Ce défaut, ſi eſſentiel dans un pareil inſtrument, vient-il de l'impéritie ou de la négligence de l'artiſte, ou tient-il à la conſtitution même de l'inſtrument? c'eſt un problême que je ne tenterai point de réſoudre.

Cependant, & je ne fais ici que l'office d'hiſtorien, M. *Buiſſart*, de l'académie d'Arras, qui diſpute aux

deux auteurs, que je viens de citer, l'honneur de cette invention, & le revendique pour lui, prétend que ceux qui l'ont copié à Paris n'obſervent point, dans la conſtruction de cet inſtrument, les règles qu'il a établies, & en vertu deſquelles ceux qu'il fait conſtruire ſous ſes yeux ſont de la plus grande exactitude, très-ſenſibles & très-comparables entre eux : cette réclamation eſt imprimée dans pluſieurs journaux, & notamment dans le *journal de France*, pour le mois de novembre 1784.

N'ayant pu me procurer encore un *hygromètre à cheveu* de l'invention de M. de *Sauſſure*, je garderai le ſilence ſur celui-ci ; mais s'il eſt permis d'en juger, d'après la réputation de ſon au-

teur, & ſur-tout d'après la deſcription qu'il en donne, dans ſon excellent ouvrage ſur l'*Hygrométrie*, c'eſt de tous les hygromètres connus juſqu'à préſent, celui qui paroît le plus parfait, & qui mérite un rang diſtingué dans le cabinet d'un amateur.

Je ne dirai que deux mots ſur deux autres inſtrumens météorologiques, dont il me reſte à parler, l'*anémomètre* & l'*udomètre*.

De l'Anemomètre.

Cet inſtrument indique le vent, & c'eſt préciſément une *girouette* dont on a conduit les mouvemens dans l'intérieur d'un appartement, afin d'obſerver, ſans ſortir de ſa chambre, de quel côté vient le vent.

Pour cela, au lieu d'être mobile, la girouette est fixée à une tige qui descend & traverse la charpente du bâtiment, ainsi que l'épaisseur du plafond de la chambre où l'on veut observer la direction du vent. Chemin faisant, le branle de cette tige est modéré par quelques canons fixes de cuivre dans lesquels elle tourne librement, & avec le moindre frottement possible. Son extrémité, celle qui pénètre dans la chambre, est taillée en forme de pivot, & se meut sur un cocq qui la supporte; vers cette extrémité est fixée une roue dentée qui engraine dans un pignon, dont l'arbre se prolonge à travers l'épaisseur d'un cadran appliqué au-dessous du plafond de la chambre, & sur lequel on a tracé les

différens rumbs de vents. L'extrémité de cet arbre porte une aiguille qui ſuit tous les mouvemens que la girouette lui communique, & indique la direction actuelle du vent.

On pourroit faire deſcendre la tige, qui porte la girouette, dans l'intérieur d'une cheminée, & à l'aide d'une ſeconde roue, avec laquelle la première engraineroit, on parviendroit facilement à faire tourner une aiguille qui parcourroit la circonférence d'un cadran vertical tracé en forme d'ornement, au-deſſus de la glace de la cheminée : la machine éprouveroit un peu plus de frottement; mais faite avec ſoin, & il eſt peu d'horlogers en gros qui ne puiſſent la bien faire, elle ſeroit encore aſſez mobile pour

ſuivre juſqu'aux moindres impreſſions du vent. Parlons maintenant de l'*Udomètre.*

De l'Udomètre.

Cette machine ſert à meſurer la quantité d'eau tombée chaque fois qu'il eſt ſurvenu de la pluie, & c'eſt en tenant un regiſtre exact, & pendant pluſieurs années, de ces ſortes d'obſervations, qu'on parvient à connoître la quantité moyenne de pluie qui tombe, dans le cours d'une année, dans le lieu où on les fait. Pour mettre le lecteur à portée d'en faire de ſemblables, nous lui indiquerons en peu de mots, & la forme de l'inſtrument, & la manière de s'en ſervir.

On place, dans un endroit iſolé & à découvert, mais à l'abri du vent, une cuvette de fer blanc de quatre pieds de ſuperficie, & de cinq à ſix pouces de profondeur; On diſpoſe ce vaiſſeau de manière qu'il ſoit incliné vers l'un de ſes angles, afin que toute l'eau qui tombera dedans puiſſe ſe porter vers cet angle : celui-ci eſt ouvert d'un petit trou, auquel on ſoude un tuyau qui deſcend dans un vaſe fermé, placé au-deſſous & à côté de la cuvette; c'eſt ce qu'on appelle le *récipient*. Toute l'opération ſe borne donc à meſurer la quantité d'eau qui s'eſt amaſſée dans ce récipient à la ſuite de chaque pluie.

Pour cela on ſe ſert d'un petit vaiſſeau de forme cubique de trois

pouces, ou trente-six lignes en tout sens, sur le pourtour intérieur duquel on a eu soin de tracer une ligne très-sensible à quatre lignes de distance de son bord ; ce qui fait que, rempli jusqu'à cette marque, la hauteur de l'eau est de trente deux, & équivaut à une demi-ligne d'eau sur toute la surface de la cuvette.

Chaque fois donc qu'il est tombé assez d'eau dans celui-ci pour qu'on puisse en remplir le cube dont nous venons de parler, à la hauteur de la marque indiquée, on a soin de l'écrire sur un registre, & dans le cas où il en seroit tombé plus que la quantité suffisante à cet effet, mais non assez pour en remplir deux fois la mesure, on laisse séjourner la quantité excé-

dente dans le récipient, & on attend qu'il en ſoit tombé d'autre, pour compléter la meſure.

Rien de plus ſimple que cette pratique, rien de plus facile à faire que ces ſortes d'obſervations; mais elles exigent une attention ſuivie, une conſtance à laquelle peu de perſonnes veulent s'aſſujettir : je dirai la même choſe des autres obſervations météorologiques, toutes également importantes, & non moins aſſujettiſſantes. Cependant, avec cet eſprit d'ordre, & ce caractère ſédentaire dont la nature ſe plaît à orner les Dames, elles trouveront, quand elles voudront ſe donner la peine de régler l'emploi des momens de leurs journées, aſſez de temps pour faire de pareilles obſervations, & ſe livrer

enſuite aux devoirs & aux bienſéances de la ſociété, dont une femme inſtruite fait le plus bel ornement. Je paſſe à un autre objet non moins intéreſſant que les précédens.

§. III.

Du Son.

Conſidéré dans le corps ſonore qui le produit, & en ſuppoſant que ce corps ſoit un ſolide, tel qu'une cloche par exemple, une corde d'inſtrument, &c. le ſon conſiſte dans un mouvement vibratoire de ſes parties inſenſibles ; mais ſi ce corps eſt un inſtrument à vent, tel qu'une flûte, un flageolet, une clarinette, un hautbois, &c., le ſon qu'il rend conſiſte dans un pareil mouvement excité dans

sa masse d'air qu'il renferme. De quelque espèce donc que soit le corps sonore, le son est toujours le produit des vibrations qui se font en lui ou par lui, & la diversité des sons qu'il fait entendre, & qu'on distingue sous le nom de *tons*, dépend de la prestesse ou de la lenteur de ces vibrations; sont-elles plus promptes, plus multipliées dans un temps donné, le ton est plus aigu : sont-elles plus lentes, moins nombreuses dans le même temps, il est plus grave à proportion; de sorte que le ton le plus aigu ne diffère du plus grave, que par le nombre de ses vibrations.

Il y a plus : tel ton qu'on regarde comme aigu, se change en ton grave lorsqu'on le compare à un ton beau-

coup plus aigu que lui, & réciproquement, un ton grave devient aigu, par rapport à un autre plus grave que lui.

Il est cependant, nous dira-t-on peut être, un *ton fixe*, un *ton moyen*, qui sépare en deux parties l'échelle des tons, & qui en fait deux classes différentes l'une de l'autre ; j'en conviens volontiers : mais ce ton moyen n'est qu'un ton arbitraire, un ton de convention, & il s'en faut, outre cela, de beaucoup qu'il soit aussi fixe qu'on le croit communément. Je n'ignore pas que les dimensions du *diapas n*, dont on le tire, sont déterminées, & conséquemment que cet instrument devroit faire le même nombre de vibrations dans le même temps ;

il s'agit de favoir s'il les fait ? non fans doute : & pourquoi ? parce que les dimenfions de l'inftrument ne demeurent point conftamment les mêmes ; elles fouffrent des variations, dont il eft impoffible de le garantir.

Suppofons qu'il foit conftruit en forme de flageolet, comme ils l'étoient tous anciennement : dans ce cas, il eft fufceptible des impreffions de la féchereffe & de l'humidité, & ces deux qualités apportent des changemens plus ou moins notables dans fes dimenfions. S'il eft fait en acier, comme ils le font prefque tous aujourd'hui ; la chaleur & le froid influeront fur lui, & changeront encore fes dimenfions, & conféquemment le ton qu'on en tirera. Il eft donc phyfi-

quement impoſſible de conſtruire un inſtrument dont le ton ſoit fixe & conſtant.

Le ſeul moyen de parvenir à ce but, ſeroit de prendre pour ton fixe celui qui ſeroit produit par un nombre donné de vibrations, dans un temps donné; comme le fit *Sauveur*, vers la fin du dernier ſiècle; mais comment compter ces vibrations, & s'aſſurer que tel ton eſt formé de ce nombre de vibrations? c'eſt ici où la pratique ſe trouve en défaut, & ne peut s'accorder avec la théorie; faute de mieux, rapportons-nous en au diapaſon: tout défectueux qu'il eſt, tout inſtrument s'accorde bien ſur lui, & c'eſt tout ce qu'il faut pour bien exécuter de la muſique. Portons maintenant nos

vues sur un objet plus certain, & plus fait pour satisfaire la curiosité du lecteur: & d'abord examinons les deux tons extrêmes que l'oreille de l'homme peut saisir, & par le rapport qu'ils ont entre eux jugeons de la multiplicité de tons qui existent entre ces deux extrêmes.

Il est constant & prouvé, par une expérience faite par M. *Sauveur*, que nous venons de citer il n'y a qu'un moment, il est, dis-je, constant qu'un tuyau d'orgue d'un pouce moins un seizième de longueur, est le tuyau le plus court dont le ton extrêmement aigu puisse être distingué par une oreille fort exercée à la musique: or, suivant le calcul de ce savant académicien, ce ton est le produit de six

mille quatre cents vibrations que fait ce tuyau dans l'efpace d'une feconde. Il eft également conftant & prouvé, par une expérience femblable à la première, qu'un tuyau de quarante pieds de longueur, rend le ton le plus grave que l'oreille puiffe faifir. Or, d'après un femblable calcul, ce tuyau ne fait que douze vibrations & demie dans l'efpace d'une feconde. Le ton le plus aigu qu'on puiffe diftinguer, comparé au ton le plus grave, eft donc dans le rapport de fix mille quatre cents, à douze & demi; d'où il fuit que fi on divife 6400 par 12 $\frac{1}{2}$, ou 12800 par 25, ce qui revient au même, & rend la divifion plus aifée, en faifant difparoître la fraction, le quotient 512 nous apprendra qu'il

existe dans la nature cinq cent douze tons différens entre le ton le plus aigu & le plus grave que l'oreille puisse distinguer.

Mais peut-elle effectivement distinguer cette multitude de tons ? c'est ce que je suis fort éloigné de croire ; elle n'est point organisée de manière à ce qu'elle puisse apprécier des nuances presqu'insensibles. Elle peut cependant en saisir un très-grand nombre, si la perception peut s'étendre jusqu'à dix octaves, comme l'assure M. *Sauveur*. Fût-elle bornée à huit seulement, selon l'opinion du savant *Euler*, elle en distingueroit encore trois cent quarante-quatre ; chaque octave pouvant se diviser en quarante-trois parties, que M. *Sauveur* appelle *merides*.

Chaque octave eſt compoſée de ſept tons, le huitième étant toujours le premier de l'octave ſuivante, en montant & en deſcendant, & ces ſept tons forment ce qu'on appelle la *gamme*. Originairement moins riche, elle n'étoit compoſée que de ſix tons, auxquels Dom *Guy Aretin* donna, en 1200, les noms ſuivans : *Ut, Re*, *Mi*, *Fa*, *Sol*, *La*, qu'il tira de la première ſtrophe de l'hymne de S. *Jean-Baptiſte*, & qu'il ſubſtitua aux ſix premieres lettres de l'alphabet dont on ſe ſervoit avant lui. Ce ne fut que plus de 400 ans après, qu'on y ajouta le *ſi*, & qu'on completta l'octave, compoſée de trois tons majeurs, deux mineurs, & deux ſemi-tons.

Ces tons forment entre eux des

consonnances, ou des *accords*, & ces accords, que les musiciens distinguent avec soin, sont en grand nombre, lorsqu'on fait entrer plusieurs octaves dans cette échelle. Pour nous, qui n'avons dessein de donner au lecteur qu'une idée générale de cet objet, nous ne considèrerons que les accords fondamentaux, dont nous indiquerons la génération physique, & cette connoissance suffira pour qu'on puisse concevoir & se rendre raison de tous les autres.

Et d'abord, c'est un principe généralement avoué, que tout accord est formé de vibrations rentrantes, c'est-à-dire, de vibrations différentes en nombre ; mais qui se réunissent régulièrement, après un certain

nombre, pour recommencer ensemble. Rendons cela sensible par des exemples appuyés sur l'expérience.

Supposons deux tons qui soient à l'*octave* l'un de l'autre : si l'un d'eux est le produit d'une seule vibration, l'autre l'est nécessairement de deux, de sorte que la seconde du premier concourt, ou recommence avec la troisième du second, & la troisième du premier avec la cinquième du second, & ainsi de suite. D'où il suit que si deux cordes d'instrument sont montées à l'octave l'une de l'autre, le nombre de leurs vibrations, dans le même temps, est dans le rapport de 1 à 2.

Dans la *quinte*, ou la *dominante* les vibrations sont dans le rapport de 2 à 3, c'est-à-dire, en suppo-

sant encore des cordes, que l'une d'elles fait deux vibrations, tandis que l'autre en fait trois. La troisième de la première concourt donc, ou commence avec la quatrième de la seconde. Dans la *quarte*, ces vibrations sont dans le rapport de 3 à 4; l'une des cordes fait trois vibrations, tandis que l'autre en fait quatre. Dans la *tierce majeure*, elles sont dans le rapport de 4 à 5, & dans celui de 5 à 6 pour la *tierce mineure*.

Mais d'où dépend, de la part du corps sonore, cette diversité de vibrations faites dans le même temps? elle dépend de ses dimensions, si c'est un instrument à vent : elle en dépend encore, dans les cordes d'instrument,

& outre cela du degré de tenſion qu'on leur donne.

Sont-elles plus courtes, toutes choſes égales d'ailleurs, elles font un plus grand nombre de variations dans le même temps, & rendent un ton proportionnellement plus aigu. On peut s'en convaincre facilement, en conſidérant un muſicien qui parcourt le manche de ſon violon. Les ſons qu'il tire de chaque corde ſont d'autant plus aigus que ſes doigts s'approchent davantage du chevalet, & conſéquemment qu'il raccourcit davantage la corde en éloignant ſon point d'appui de la cheville ſur laquelle elle eſt roulée.

Sont-elles plus groſſes, toutes choſes égales d'ailleurs, elles font un moindre nombre de vibrations dans le

même temps, & rendent un ſon plus grave. C'eſt un fait généralement connu, & pour s'en convaincre il ſuffiroit de traîner un archet ſur la garniture d'un violon, la quatrième rendroit un ſon plus grave que la troiſième, celle-ci, que les deux autres, & ſur tout la chanterelle dont le ſon eſt fort aigu, à en juger par comparaiſon.

Mais ce qui influe le plus ſur le nombre de vibrations que font, dans un temps donné, les cordes d'un inſtrument, & conſéquemment ſur leurs tons, c'eſt le degré de tenſion qu'on leur fait ſubir, & toujours ces trois cauſes ſe réuniſſent & concourent enſemble pour donner à l'inſtrument plus d'étendue

qu'il ne pourroit en avoir ſans cela.

Veut-on connoître de quelle manière ces trois diſpoſitions influent ſur les cordes ? le voici. Celles qui ne diffèrent entre elles que par leur longueur, & qui conſéquemment ſont de même groſſeur, ou de même n°., & ſont outre cela également tendues, font des vibrations qui ſont entre elles, quant à leur nombre, en raiſon inverſe de leur longueur, c'eſt à dire, qu'une corde une fois plus courte, en fait le double, dans le même temps.

Celles qui ne diffèrent qu'en groſſeur, & du reſte ſont égales, en font dont les nombres ſont en raiſon inverſe de leur diamètre. Une corde dont

dont le diamètre eſt une fois plus petit, fait une fois plus de vibrations dans le même temps.

Quant à celles qui ſont égales en tout, excepté en tenſion, les vibrations qu'elles font ſont entre elles, & toujours quant à leur nombre, comme la *racine quarrée* des poids qui les tendent, en ſubſtituant ici des poids aux chevilles qui les tendent ordinairement. Si donc deux cordes ſont égales en tout, excepté en tenſion, & que l'une ſoit tendue, par exemple, par un poids de quatre livres, l'autre par un poids de neuf livres, la racine quarrée de 4 étant 2, & celle de 9 étant 3; la première de ces deux cordes fera deux vibrations, tandis que l'autre en fera trois, &

elles feront à la *quinte* l'une de l'autre. Toute cette théorie fe démontre en Phyfique à l'aide d'un Bicorde, qu'on appelle *Sonomètre.* Confultez à cet égard nos *Elémens de Phyfique*, ou notre *Defcription & ufage d'un Cabinet de Phyfique.*

Je ne m'étendrai pas davantage fur une matière auffi abftraite, dont je n'ai voulu donner au lecteur qu'une légère idée, fuffifante cependant pour le mettre à portée de connoître la caufe productrice des tons & de leurs variétés. Je paffe maintenant à une autre confidération également digne de fon attention : je confidère comment le fon excité dans le corps fonore fe tranfmet jufqu'à l'organe qui nous en procure la fenfation.

Pour que nous puissions être affectés des sons qui se produisent autour de nous, il leur faut nécessairement un milieu qui les transporte du corps sonore qui les produit, jusqu'à l'oreille qui nous les fait entendre. Or, tous les corps susceptibles de faire des vibrations analogues à celles du corps sonore sont propres à cet effet.

Je frappe avec la tête d'une épingle l'extrémité d'une grosse & longue poutre de bois, & une oreille placée à l'autre extrémité de cette poutre, entend distinctement chacun des coups, tandis que, placée en quelqu'endroit que ce soit sur la longueur de cette poutre, elle n'en entendroit aucun. Pourquoi cette diffé-

rence? Pourquoi, placée à une diſtance plus éloignée de l'endroit où le ſon ſe produit, entend-elle diſtinctement, tandis qu'il eſt perdu pour elle à des diſtances beaucoup plus rapprochées de cet endroit? c'eſt que dans le premier cas il ſe trouve un milieu qui lui apporte le ſon, & que dans les autres cas ce milieu lui manque. Les fibres ligneuſes étant diſpoſées longitudinalement d'une extrémité à l'autre de la poutre, les vibrations qu'elles reçoivent du choc de l'épingle, ne peuvent ſe tranſmettre que ſelon cette direction, & voilà un ſolide qui tranſmet le ſon, & lui ſert de milieu.

Je tire un coup de piſtolet ſur le bord d'une rivière, & un plongeur qui eſt au fond de l'eau l'entend: le

ſon lui parvient donc par l'intermède de l'eau. Lui-même il fait ſonner une cloche qu'il a emportée avec lui, & au-dehors j'entends le ſon de cette cloche. Le ſon ſe propage donc auſſi-bien de l'eau dans l'air, que de l'air dans l'eau. D'où je conclus que ce dernier fluide peut ſervir de milieu à la tranſmiſſion du ſon.

Je n'ignore point qu'il ſe préſente ici une difficulté : qu'on demande ſi cette tranſmiſſion à travers une maſſe d'eau ne ſe fait pas plutôt par le miniſtère de l'air, qui ſe trouve naturellement interpoſé entre les molécules de l'eau, que par ces molécules elles-mêmes ? L'abbé *Nollet* a répondu, avant moi, à cette difficulté, par une expérience on ne peut plus

concluante. Il a purgé d'air la maſſe d'eau dans laquelle il a répété l'expérience de la tranſmiſſion du ſon, & comparant cette tranſmiſſion à travers cette maſſe & à travers une autre maſſe ſemblable non purgée d'air, il s'eſt convaincu que le phénomène étoit le même, & que le ſon s'entendoit au-delà avec la même intenſité : on doit donc en conclure que l'eau eſt propre à propager & à tranſmettre le ſon.

Tout corps donc, & je l'ai deja fait obſerver, qui ſera propre à faire des vibrations analogues à celles du corps ſonore, ſera propre à la tranſmiſſion du ſon. Cependant il eſt de fait que la nature a deſtiné l'air plus particuliérement à cette fonction; & que c'eſt

plus ordinairement par son ministère ; que par tout autre, que les sons parviennent à notre oreille. Je dis plus : ils y parviennent plus facilement, plus exactement, & leur intensité éprouve moins de déchet dans ce milieu que dans tout autre. Je laisse donc de côté tous les autres milieux quelconques pour ne considérer que celui-ci.

Cela posé, je demande quelles sont les qualités de l'air qui le rendent propre à la propagation du son ? Et je réponds que ces qualités sont sa densité & son ressort. J'en trouve la preuve dans une expérience qui se fait ordinairement en Physique.

On établit une petite cloche sous le récipient de la machine pneuma-

tique & on la fait ſonner ; tant que l'air, renfermé ſous le récipient, conſerve ſa denſité & ſon reſſort, on entend diſtinctement le ſon de la cloche ; mais pour peu qu'on altère ces deux qualités, le ſon s'affoiblit & diminue d'intenſité : il s'affoiblit au point qu'on ne l'entend preſque plus, lorſque l'air eſt très-raréfié ſous le récipient ; & on ceſſeroit entiérement de l'entendre, s'il étoit poſſible de réduire à zéro la denſité & le reſſort de l'air.

Mais comment s'opère la tranſmiſſion du ſon à travers l'air ? le voici. Je conſidère le corps ſonore qu'on met en vibrations, & qui réſonne dans une maſſe d'air donnée, comme un centre d'activité dont les

vibrations se transmettent circulairement à la couche d'air dont il est environné ; de celle-ci elles passent à celle qui la suit immédiatemenr ; de cette seconde à une troisième, & ainsi de suite jusqu'aux limites de la sphere aérienne que ce corps est en état d'ébranler.

De là, l'organe placé à une distance donnée de ce centre d'activité doit être considéré comme placé à la base d'un cône d'air composé de rayons divergens, & dont le sommet touche au corps sonore.

De là je comprends que le son doit s'affoiblir à mesure qu'il s'éloigne du corps sonore, & que cet affoiblissement doit croître comme le quarré de la distance augmente ; je veux

dire qu'à une diſtance double le ſon doit être quatre fois plus foible.

Il doit en effet s'affoiblir dans la même proportion que les rayons qui frappent l'organe ſont plus rares, ou moins nombreux par rapport à cet organe. Or, à une diſtance double ces rayons ſont quatre fois plus rares; puiſqu'à cette diſtance, ils s'étendent ſur une ſurface quatre fois plus grande, comme on le démontre en géométrie.

En partant du même principe, on conçoit que le ſon doit être neuf fois plus foible à une diſtance trois fois plus grande; puiſque neuf eſt le quarré de trois, & ſeize fois plus foible à une diſtance quadruple, puiſque ſeize eſt le quarré de quatre. Je n'inſiſte pas ſur un objet qui deviendroit trop abſtrait,

& je paſſe à une queſtion qui, pour être moins abſtraite, n'eſt cependant point auſſi facile à réſoudre : je demande avec quelle vîteſſe le ſon ſe propage ?

L'expérience ſeule pourroit répondre à cette queſtion, ſi la vîteſſe avec laquelle le ſon ſe propage étoit toujours la même ; mais il eſt prouvé qu'elle varie, & ce qui paroitra plus ſurprenant ici, c'eſt que ces variations ne dépendent nullement, comme il ſeroit naturel de l'imaginer, des différens mouvemens dont l'air peut être agité, & dont quelques-uns ſeroient contraires à la direction du ſon ; l'expérience l'atteſte : elles dépendent de la propre conſtitution de l'air, & de là le peu de conformité, le peu

d'accord qu'on trouve dans les résultats des expériences faites avec le plus grand soin par de savans Physiciens, qui se sont particuliérement occupés de cet objet. Cependant, en prenant un terme moyen entre ceux qu'ils indiquent, on peut assurer que le son parcourt mille soixante & dix pieds ou cent soixante & dix-huit toises par seconde, & c'est l'opinion la plus généralement suivie.

Si l'agitation de l'air n'influe en rien sur la vîtesse avec laquelle le son se propage, elle influe, & d'une manière bien sensible, sur sa direction. J'en trouve la preuve dans un phénomène connu de tout le monde.

Personne en effet n'ignore que tel ou tel vent venant à souffler, on entend

entend de loin des cloches qu'on n'entendoit point auparavant, sur-tout lorsqu'un vent contraire régnoit. Le vent détourne donc le son, & le porte en des endroits auxquels il ne parviendroit point sans lui.

Mais un autre phénomène bien plus difficile à expliquer en physique, c'est la non-confusion de différens sons qui se transmettent distinctement à travers la même masse d'air, & affectent en même-temps l'organe. Comment concevoir que, se mélant ensemble dans le milieu qui les propage, tant de sons différens ne se confondent point? Mettons cette difficulté dans tout son jour.

Il est démontré que la transmission des sons consiste, de la part du milieu,

en des vibrations ſimultanées à celles du corps ſonore. Or, comment une même maſſe d'air peut-elle ſe prêter en même-temps à cette diverſité de vibrations qu'elle doit faire pour tranſmettre différens ſons, qui tous ſont composés de vibrations différentes en nombre ?

Je ſuppoſe, par exemple, qu'on frappe en même temps l'accord parfait de *tierce majeure* & de *quinte*; *ut*, *mi*, *ſol* : ſi, pour retenir l'impreſſion du ton fondamental *ut*, l'air doit faire cent vibrations par ſeconde, il en aura cent vingt-cinq à faire, dans le même-temps, pour le *mi*, & cent cinquante pour le *ſol*; puiſque, d'après les principes établis précédemment, & confirmés par l'expérience,

les vibrations qui produisent une *tierce majeure* sont entr'elles, quant à leur nombre, dans le rapport de 4 à 5, & que celles qui engendrent la *quinte*, sont dans le rapport de 2 à 3. Or, comment la même masse d'air vibrée en même temps par ces trois tons différens, pourra-t-elle faire tout à la fois cent, cent vingt-cinq & cent cinquante vibrations?

Si on répond que ces différentes vibrations résident en différentes parties de la même masse d'air; je demanderai d'abord ce qui détermine telle ou telle partie de cette masse à faire tel nombre, plutôt que tel autre nombre de vibrations, dans un temps donné; & ensuite comment cette diversité de vibrations peut subsister

ſans confuſion, & ſe tranſmettre juſqu'à l'oreille, placée à une diſtance donnée du principe de ces vibrations, dans le ſein d'un fluide élaſtique; & la difficulté ſera ſans doute plus preſſante.

Ecoutons *M. de Mairan*: il y répond d'une manière ſatisfaiſante, dans un mémoire qu'il lut à la rentrée publique de l'Académie, le 4 mai 1737: c'étoit d'ailleurs un philoſophe auſſi aimable qu'inſtruit, & il mérite bien que nous le préſentions à nos Dames.

Il répond donc que le corps ſonore, mis en vibrations, les communique indiſtinctement à toutes les parties ambiantes du milieu ou de la maſſe d'air au ſein de laquelle il eſt agité; mais que ces vibrations communiquées

à cette maſſe fluide,ne ſe conſervent & ne deviennent ſenſibles pour l'oreille, que dans les parties de cette maſſe qui ſont à l'uniſſon avec le corps ſonore, c'eſt-à-dire, qui ſont ſuſceptibles de faire le même nombre de vibrations que lui, dans le même temps; & il appuie cette aſſertion ſur une expérience à laquelle il ſeroit difficile de ſe refuſer.

On ſait, dit-il, que deux cordes étant montées à l'uniſſon ſur le même inſtrument ou ſur deux inſtrumens différens, l'une ne ſauroit être touchée ou pincée, que l'autre ne réſonne & ne frémiſſe ſenſiblement; tandis qu'on n'aperçoit rien de ſemblable dans celles qui ſont montées ſur un ton différent.

Ayez, ajoute-t-il, deux clavecins placés à côté l'un de l'autre, & accordés ſur le même ton. Si on joue quelque pièce de muſique ſur l'un, on l'entendra ſur l'autre, comme une nuance, ou une idée de ce qui ſe paſſe ſur le premier.

Si l'oreille n'étoit point aſſez bien organiſée pour diſtinguer les ſons du ſecond clavecin, l'œil y ſuppléeroit ; & pour cela il ſuffiroit de poſer de petits chaperons de papier, ou de fil d'argent ſur quelques-unes des cordes du ſecond clavecin, ſur celles qui doivent vibrer le plus ſouvent, en conſéquence du ton, ou du mode ſur lequel on ſe propoſe de jouer. Alors on verroit ces petits corps s'agiter & tremblotter chaque fois que les cordes,

qui font à l'uniſſon ſur l'autre clavecin, feroient touchées.

Il ne ſauroit y avoir deux avis ſur la cauſe de cet effet, remarque très-bien notre ſavant académicien : une première vibration de l'air ne peut ébranler qu'imperceptiblement une corde montée ſur un ton quelconque ; il faut qu'elle reçoive un grand nombre de vibrations ſemblables, de ſecouſſes réitérées coup ſur coup, pour que l'ébranlement devienne ſenſible.

Et qu'arrive-t-il alors à pluſieurs cordes différemment tendues, & expoſées aux impreſſions de l'air? Les unes, celles qui font à l'uniſſon de la corde réſonnante, & dont les vibrations font analogues, diſons mieux, iſochrones aux ſiennes, reçoivent à chaque inſ-

tant une nouvelle ſecouſſe qui accélère leur mouvement, & rend enfin leurs vibrations ſenſibles; les autres, celles qui ſont montées ſur un ton différent, & dont les vibrations ne ſe font point en même temps que celles de l'air, ni du même côté, émouſſent ou interrompent d'intervalles en intervalles, par des directions contraires, l'effet des impulſions de l'air; & le mouvement qu'elles en reçoivent ne peut acquérir aſſez de force pour devenir ſenſible; ainſi donc on entend réſonner les unes, on les voit frémir, & on n'entend, ni on ne voit réſonner les autres.

De même, conclut M. de *Mairan*, chacune des parties qui compoſent une maſſe d'air, au ſein de laquelle on

produit différens tons, ſemblable aux cordes du ſecond clavecin, n'eſt ſuſceptible de recevoir, de retenir & de tranſmettre que les vibrations d'un ton donné, & non celles des autres tons : ainſi donc, différens tons ſimultanés peuvent très bien ſubſiſter & ſe tranſmettre, ſans confuſion, du corps ſonore à l'organe.

Un autre objet ſe préſente maintenant à nos recherches : il s'agit de conſidérer ce qui peut influer ſur l'intenſité du ſon, les cauſes qui l'augmentent, & celles qui le diminuent.

Et d'abord, le ſeul raiſonnement nous apprend que tout ce qui peut empêcher le ſon de s'étendre, de ſe propager circulairement au loin, tout ce qui raſſemble les rayons ſonores,

les réfléchit vers un même axe, doit produire le premier de ces deux effets, donner au ſon plus d'intenſité : voilà ce que dit le raiſonnement. Conſultons l'expérience, & elle dira la même choſe : j'en appelle en témoignage le porte-voix, la trompette, le cors de chaſſe & pluſieurs autres inſtrumens de ce genre; mais, & ceci mérite d'être obſervé, il faut que les dimenſions de ces ſortes d'inſtrumens ſoient dans de juſtes proportions, pour produire convenablement cet effet. Ils augmenteroient inutilement l'intenſité des ſons, ſi ces ſons ſe confondoient de manière à ce qu'on ne pût les diſtinguer.

Par la raiſon contraire, le ſon s'affoiblit à meſure qu'il s'étend circu-

lairement : auſſi un homme qui parle dans un lieu découvert, ne ſe fait-il point entendre auſſi loin que s'il parloit dans un endroit fermé de tous côtés. Il ne ſuffit cependant pas qu'un lieu ſoit clos, pour que le ſon y conſerve toute ſon intenſité. Une ſalle tapiſſée, & ſur-tout de groſſes tapiſſeries de laine, eſt beaucoup moins ſonore qu'une ſalle boiſée, & c'eſt la raiſon pour laquelle les muſiciens préfèrent cette dernière, pour y donner des concerts : dans celle-ci, les rayons ſonores ſont réfléchis par la boiſerie ; dans l'autre, ils ſont amortis & comme éteints ; & c'eſt ce qui arrive à tout corps élaſtique qui vient frapper un corps mou, ou un corps dont le reſſort eſt très-foible. Celui

du corps choquant n'y éprouve point le degré de tension dont il a besoin pour être reporté en arrière.

La réflexion du son, occasionnée par la rencontre des obstacles qui s'opposent à sa propagation en avant, produit deux effets bien différens : si cette réflexion a lieu dans une salle où l'on chante, où dans laquelle on joue de quelque instrument, elle augmente simplement l'intensité du son; mais si l'obstacle se trouve en plein air, & à une certaine distance de l'endroit d'où part le son; cette réflexion produit ce qu'on appelle un *Echo*, ou la répétition du même son; de sorte que l'oreille entend distinctement deux ou plusieurs fois de suite le même son, ce qui dépend du nombre

& de la diſpoſition des obſtacles qui le réfléchiſſent à des intervalles aſſez éloignés les uns des autres.

On diſtingue en phyſique pluſieurs eſpèces d'*échos* : les uns ſont *monoſyllables* ; ce ſont ceux qui ne répètent qu'une ſeule ſyllable : les autres *polyſyllables*, parce qu'ils en répètent pluſieurs ; ceux-ci ſont d'autant plus ſurprenans, qu'ils en répètent un plus grand nombre. Tel étoit l'*écho* dont parle le père *Merſenne*, qui répétoit quatorze ſyllables pendant le jour, & dix-ſept pendant la nuit.

Il me reſte encore à parler du ſon relativement à l'organe qui nous en procure la ſenſation, & à expliquer de quelle manière cet organe exerce ici ſes fonctions. Pour bien comprendre ce

phénomène, l'un des plus admirables de l'économie animale, il faudroit exposer aux yeux du lecteur la structure de l'oreille, & de chacune de ses parties, lui montrer de quelle manière chacune d'elles concourt à la perception du son ; & il est à croire que, toute intéressante qu'elle soit, cette digression ne seroit point du goût de la majeure partie de nos lecteurs.

Je me bornerai donc à leur apprendre que l'air, mis en vibrations par le corps sonore, transporte ces vibrations jusqu'au pavillon de l'oreille, la seule partie de cet organe qui soit visible en dehors, & que tout le monde connoit. A raison de son étendue, ce pavillon rassemble

plus ou moins des rayons ſonores qui le frappent, & les dirige dans le canal auditif, où ils acquièrent d'autant plus d'intenſité, qu'ils paſſent d'un eſpace plus large dans un eſpace plus étroit.

Au fond de ce canal, ils heurtent contre une membrane délicate, qu'on appelle la *membrane du tambour*, qui le ferme, & le ſépare d'une cavité qu'on nomme l'*oreille moyenne*, pour la diſtinguer & de la précédente, & de celle qui vient enſuite, qu'on appelle l'*oreille interne*, dans laquelle ſe trouve le principal organe de l'ouïe.

Ces vibrations, portées ſur la membrane du tambour, ſe communiquent, par ſon moyen, à la petite

maſſe d'air renfermée dans l'oreille moyenne, & aux différentes parties qui y ſont compriſes ; nous nous diſpenſons de parler de celles-ci, bien que chacune d'elles joue un rôle particulier dans cette fonction. L'agitation de l'air, renfermé dans l'oreille moyenne, ſe tranſmet à celui qui eſt renfermé dans l'oreille interne ; & c'eſt ce dernier qui produit le principal effet dont il eſt ici queſtion.

Pour s'en former une juſte idée, il faut conſidérer qu'on remarque dans cette cavité une eſpèce de limaçon, qui fait deux tours & demi, en forme de ſpirale, & dont la cavité, qui va toujours en diminuant, eſt ſéparée en deux par une lame en partie oſſeuſe & en partie membra-

neuſe ; cette lame eſt compoſée de filets nerveux, qui vont en diminuant de longueur, & en augmentant de tenſion depuis ſa baſe juſqu'à ſa pointe, & forment, dans cette partie de l'oreille, comme une eſpèce de clavecin, dont les cordes ſont diſpoſées à faire un plus grand ou un plus petit nombre de vibrations dans le même temps. Or toutes ces cordes, priſes enſemble, ſont ſuſceptibles de toutes les eſpèces de vibrations harmoniques qu'on peut exciter dans les corps ſonores.

Cela poſé, un ſon étant produit dans un corps ſonore, & tranſporté par l'air qu'il ébranle, juſqu'à l'oreille de l'homme, l'ébranlement de ce fluide met en jeu, & les parties de cet organe, & l'air qui y eſt renfermé : animé des mêmes

vibrations que l'air extérieur, l'interne les communique à celle des cordes dont nous venons de parler, qui lui eſt harmonique, je veux dire, à celle dont les vibrations peuvent être ſimultanées & iſochrones aux ſiennes. De là je conçois comment pluſieurs ſons différens peuvent être entendus ſans confuſion, puiſque chacun d'eux ne fait d'impreſſion ſenſible que ſur la corde qui lui eſt analogue ou correſpondante; & c'eſt préciſément ici le même phénomène dont nous avons parlé précédemment, en parlant de deux clavecins montés ſur le même ton, & ſur l'un deſquels on touche une pièce de muſique.

Je n'inſiſterai pas davantage ſur une matière qui ſuppoſe des connoiſ-

ſances anatomiques qui ne ſont point de notre reſſort, & qui ſeroient tout-à-fait déplacées dans notre ouvrage. Il ſuffit au phyſicien de ſavoir de quelle manière le ſon s'engendre ; ce en quoi il conſiſte dans le corps ſonore, comment il parvient enſuite jusqu'à l'organe deſtiné à nous le faire entendre ; & c'eſt ce que j'ai ſuffiſamment développé.

J'ai fait plus : j'ai tâché de rendre ſenſible la manière ſelon laquelle cet organe reçoit les impreſſions du ſon qui ſe porte juſqu'à lui. M'en demander davantage, me demander comment le ſon parvenu juſqu'à l'oreille, ſe fait ſentir à l'ame ? comment ſe produiſent en moi ces ſenſations délicieuſes que me fait éprouver l'har-

monie? c'eſt me faire une queſtion à laquelle il n'eſt pas donné à l'homme de répondre : il n'a point été appelé au conſeil de la ſageſſe éternelle, lorſqu'elle établît les loix de l'union intime de l'ame & du corps.

Je reſpecterai donc un ſecret que je ne dois qu'admirer; une curioſité téméraire ne me conduiroit qu'à l'erreur, & une erreur auſſi volontaire ne ſeroit point pardonnable. Mais je répondrai à une autre queſtion qui ſe préſente aſſez naturellement ici, & qui flattera ſans doute la curioſité du lecteur : je lui apprenderai le méchaniſme des ſons articulés, de quelle manière ſe forme la voix humaine. Il eſt naturel de faire connoître aux Dames la ſource précieuſe

d'où découle le plaiſir qu'on trouve à les entendre.

Au fond de la bouche eſt un organe qu'on appelle le *larinx* ; c'eſt une eſpèce de cornet, compoſé de pluſieurs pièces merveilleuſement articulées, dont j'abandonne la deſcription à l'anatomiſte. Fermé circulairement par les cartilages & les muſcles qui le compoſent, ce cornet a deux ouvertures : l'une, qui répond à la bouche, & qu'on appelle la *glotte*, a moins d'une ligne de diamètre ; elle eſt recouverte par un petit cartilage fort élaſtique & fort mobile, dont la forme approche de celle d'une feuille de lierre, & qu'on nomme l'*épiglotte*.

La ſeconde ouverture, beaucoup

plus grande que la première, eſt l'origine d'un canal qu'on appelle la *trachée-artère*; ce canal ſe diviſe en deux branches, & chacune d'elles en une multitude de petits rameaux qui vont ſe perdre, de droite & de gauche, dans les deux lobes du *poumon*, viſcère renfermé dans l'intérieur de la poitrine, où il fait l'office d'une eſpèce de ſoufflet.

Au delà de l'ouverture de la glotte, ſe remarquent deux cordes ligamenteuſes tranſverſales attachées ſéparément par leurs extrémités poſtérieures à deux points fixes, & qui ſe réuniſſent antérieurement à un même point, où elles ſont fixement attachées : ces cordes, ſuſceptibles d'être plus ou moins tendues, par les mou-

vemens des cartilages auxquels elles ſont attachées, ſe nomment les *cordes vocales*, & ſont le principal organe de la voix. Tel eſt, en peu de mots, non la deſcription anatomique, mais figurative de cet admirable organe, dont je vais conſidérer le jeu & les effets.

Les anciens le regardoient comme une eſpèce de flûte ou de hautbois, & juſque-là leur opinion eſt aſſez vraiſemblable; mais prétendre, avec eux, que cette flûte ou cet hautbois réſonne, en vertu de l'air qui paſſe de la glotte, qui lui ſert d'anche, dans la trachée-artère, & de ce canal dans le poumon, c'eſt une abſurdité frappante; & on eſt étonné qu'une opinion auſſi dépourvue de vraiſemblance ait pu en impoſer, pendant

plusieurs siècles, aux plus célèbres physiologistes, & qu'ils n'aient pas fait réflexion que la voix se forme par expiration & non par inspiration, comme il faudroit nécessairement qu'elle se formât dans l'hypothèse que nous venons d'indiquer.

Galien comprit très-bien la fausseté de cette opinion; mais, sans exclure absolument la trachée-artère de cette importante fonction, il l'attribua particulièrement à la glotte. Comment, suivant lui, produisoit-elle cet effet? C'est ce qu'il expliqua très-mal, & cependant, faute d'une meilleure, son opinion devint l'opinion générale de l'école, jusqu'au commencement de ce siècle.

A cette époque, M. *Dodart* prétendit

tendit que la trachée-artère n'entroit pour rien dans cette fonction, qu'elle dépendoit uniquement de l'ouverture de la glotte : plus cette ouverture, dit-il, se rétrécit, plus l'air qu'elle vibre, acquiert de vîtesse & de fréquence dans ses vibrations, & plus les tons qui en résultent sont aigus. Plus, au contraire, l'ouverture de la glotte s'élargit, plus ils sont graves. Or les dimensions de cette ouverture dépendent de l'action des muscles qui rapprochent ou éloignent, plus ou moins, les lèvres ou les bords de la glotte.

Cette idée, dont il faut voir le magnifique développement dans les mémoires de l'académie des sciences, est aussi simple qu'ingénieuse & mé-

chanique; & de plus, elle ſemble être confirmée par la manière d'agir d'une autre eſpèce de glotte, à laquelle perſonne n'avoit fait attention avant M. *Dodart*. Celle-ci qu'il appelle, & à juſte titre, *glotte labiale*, n'eſt autre choſe que les lèvres d'un homme qui ſiffle.

Je ne préſenterai point ici les réflexions qu'il fait à ce ſujet; je ne parlerai point des applications qu'il en tire pour appuyer ſon ſyſtême: ce ſont des détails immenſes qu'on ne peut abréger, & qu'il faut lire dans les mémoires de ce ſavant académicien. Je dirai ſeulement avec lui: de même qu'on eſt obligé de rétrécir conſidérablement l'ouverture des lèvres, lorſqu'on ſiffle, & qu'il faut les ré-

trécir d'autant plus qu'on veut que les ſons ſoient plus aigus, de même l'ouverture de la véritable glotte doit être d'autant plus rétrécie, qu'on veut en tirer des ſons plus aigus.

S'il ne falloit que de grandes difficultés, des difficultés inſolubles pour réfuter un ſyſtème, il s'en préſente pluſieurs ici, mais une ſur-tout à laquelle je ne vois point de réponſe.

Quel eſt le diamètre de l'ouverture naturelle de la glotte ? d'une ligne, répond M. *Dodart*, dans une voix faite pour chanter le deſſus. C'eſt beaucoup, pourroit-on lui répliquer : en comparant, en effet, cette ouverture à celle d'une anche de hautbois, elle ne devroit avoir qu'un quart de ligne : n'importe, point de conteſta-

tion : paſſons ſur cette donnée.

Mais combien une voix, qui chante le deſſus, peut-elle entonner d'octaves? deux au moins, qui font un peu plus de douze tons différens. Il faut donc néceſſairement, dans l'hypothèſe de notre ſavant académicien, que l'ouverture de la glotte ſe modifie de douze manières différentes, pour former ces douze tons, & juſque-là il n'y a rien qui ne puiſſe ſe concevoir : mais ſi on vient à conſidérer toutes les ſubdiviſions qui ſe trouvent entre ces douze tons, comment l'ouverture de la glotte pourra-t-elle ſe prêter à toutes les modifications différentes qu'elle devroit prendre pour y répondre?

Ne diviſons chaque intervalle d'un

ton à un autre ton, je veux dire, d'un ton donné au ton moyen, qu'en quarante-neuf parties, qui ſeront les quarante-neuf *heptamérides* que M. *Sauveur* a clairement diſtinguées dans cet intervalle ; on aura donc pour les douze tons, dont il eſt ici queſtion, cinq cent quatre-vingt-huit ſubdiviſions, & chacune très-ſenſible, puiſque ce ne ſera précisément que la différence d'une *quinte tempérée* à une *quinte juſte ;* il faudra donc, dans cette ſuppoſition, qu'une ouverture d'une ligne ſe modifie de cinq cent quatre-vingt-huit manières différentes, & ce n'eſt point à cela ſeul que ſe borne toute la difficulté.

Il eſt en effet conſtant que chaque heptaméride peut ſouffrir quelques

variations ; qu'elle peut s'affoiblir de quelques degrés , & même par des nuances insensibles : ne supposons que deux degrés d'affoiblissement pour chacune d'elles ; ce sera donc deux fois cinq cent quatre-vingt-huit modifications différentes à ajouter aux premières ; & conséquemment l'ouverture de la glotte , à laquelle nous avons bien voulu accorder une ligne de diamètre , sera donc obligée de se modifier de dix sept cent soixante & quatre manières différentes pour répondre à la totalité de ces tons & de ces nuances de tons. Ici l'esprit s'égare , & ne peut embrasser de pareilles variations.

Mais pourquoi m'arrêter à des convenances , lorsque les faits parlent , & déposent contre l'hypothèse de

M. *Dodart*, lorſque l'expérience nous montre que l'ouverture de la glotte ne contribue pas plus que la trachée artère à la formation de la voix ; que cette fonction, l'une des plus admirables de l'économie animale, & généralement plus agréable dans la femme que dans l'homme, ne dépend que des deux cordes vocales dont nous avons parlé précédemment.

Attachées à quelques-uns des cartilages qui forment le larynx & qui ſont ſuſceptibles de différens mouvemens, ces cordes acquièrent, par la variété de ces mouvemens, différens degrés de tenſion, qui les rendent propres à faire des vibrations plus ou moins fréquentes dans le même temps, & conſéquemment à produire

cette multiude de tons que produit la voix humaine, ſans que la glotte contribue à leur génération, puiſqu'ils n'y parviennent que lorſqu'ils ſont engendrés.

Ceci eſt une vérité de fait, & ce fait eſt authentiquement prouvé par un miracle que fit M. *Ferrein*, en préſence de l'académie, ſans prétendre pour cela, au titre de thaumaturge. Ce ſavant anatomiſte rendit la voix à un mort.

Il avoit enlevé tous les muſcles & toutes les parties charnues d'un larynx de cochon, & mis ſes cartilages à découvert. A une portion de la trachée-artère, qui tenoit encore à ce larynx, il avoit adapté un tube: faiſiſſant d'une main le cartilage anté-

rieur, qu'on appelle vulgairement *la pomme d'Adam*, & pinçant de l'autre deux petits cartilages postérieurs, M. *Ferrein* souffla dans le tube : le larynx raisonna, & on entendit le cri d'un cochon ; écartant ensuite, les uns des autres, les cartilages qu'il tenoit fortement en main, il banda les cordes vocales, & les cris devinrent plus aigus ; ils le devinrent d'autant plus que les cordes furent plus tendues, par un plus grand écartement des cartilages. Les rapprochant ensuite, & relachant conséquemment les cordes vocales, les cris devinrent graves, & d'autant plus graves, que les cordes furent plus relâchées par un plus grand rapprochement de ces cartilages. Pou-

voit-on mieux mettre en évidence le fecret de la nature fur la formation de la voix ?

Cependant ne voulant rien laiffer à défirer à cet égard, & voulant prouver que les dimenfions de l'ouverture de la glotte n'entrent pour rien dans ce phénomène, M. *Ferrein* détacha ces cordes du point fixe auquel elles fe réuniffent & font attachées antérieurement, & foufflant enfuite par le tube, au lieu d'un fon diftinct, grave ou aigu, on n'entendit que du bruit ; &, par cette dernière expérience, il fut confirmé que la diverfité des tons que forme la voix humaine, ne dépend que des différens degrés de tenfion des cordes vocales.

La glotte eſt donc tout à la fois un inſtrument à vent & à cordes. Ses lèvres, formées par les cordes vocales, nous offrent une eſpèce particulière de bicorde, auquel l'air, expiré par le poumon ſert d'archet, & le poumon de main qui conduit cet archet.

A cette ſimilitude, s'en joint une autre encore de la part des cartilages du larynx, qui repréſentent les chevilles d'un inſtrument à cordes. De même en effet, qu'en tournant celles-ci de droite & de gauche ſur elles-mêmes, on bande ou on relâche les cordes qui y ſont attachées, de même les cartilages du larynx, en s'éloignant ou ſe rapprochant, tendent ou relâchent les cordes vocales.

Que pourrois-je ajouter, qui fît mieux ſentir cette admirable ſimilitude !

Je dirai cependant encore avec M. *Blanchet*, qui en a parfaitement ſaiſi toutes les nuances, je dirai : de même que la foibleſſe ou la force de l'action de l'archet décide de la foibleſſe ou de la force des ſons d'un inſtrument à cordes, de même la foibleſſe ou la force de l'expiration décide de la foibleſſe ou de l'énergie des ſons humains.

De même encore que la durée des mouvemens de l'archet décide du caractère des ſons d'un inſtrument à cordes, de même la durée de l'expiration décide des caractères des tons de la voix; ce qui confirme, juſqu'à l'évidence, que le larynx, ou l'organe

de

de la voix eſt un véritable inſtrument à cordes & à vent.

Si j'écrivois pour des lecteurs qui puſſent prendre plaiſir à des diſcuſſions anatomiques, je les inviterois à lire le ſavant Mémoire de M. *Ferrein*, imprimé parmi ceux de l'académie des ſciences, pour l'année 1741; ils y trouveroient cette matière traitée de main de maître.

Après avoir conſidéré les mouvemens réguliers & harmoniques de l'air, il eſt naturel d'en conſidérer les mouvemens irréguliers. Ceux-ci produiſent un météore qu'on appelle *vent*, auquel nous conſacrons le paragraphe ſuivant.

§. IV.

Des Météores aëriens, ou des Vents.

De quelque cauſe qu'elle provienne, toute agitation ſenſible dans l'air produit ce qu'on appelle du *vent.* Or, comme tout mouvement affecte néceſſairement une direction quelconque, le vent n'eſt jamais ſans une direction déterminée, & c'eſt par cette direction qu'on diſtingue ſon eſpèce.

On ne diſtingua pendant long-temps que quatre eſpèces de vents, ceux qui viennent des quatre points cardinaux de la ſphère, du *nord*, du *ſud*, de l'*eſt* & de l'*oueſt*; & ce ſont encore ces quatre eſpèces qui ſervent à déterminer celles qu'on y a ajoutées, dont les dénominations ſont priſes de leurs

positions relatives à ces quatre points.

Aujourd'hui on en compte trente-deux, dont on se formera facilement l'idée, en considérant la rose d'une boussole. C'est un cercle divisé en quatre parties égales, par deux diamètres qui se coupent perpendiculairement à angles droits, & dont les quatre extrémités marquent les quatre points cardinaux de la sphère, d'où viennent les quatre vents désignés ci-dessus; chacun de ces points sont séparés les uns des autres par un arc de quatre-vingt-dix degrés.

Qu'on imagine maintenant que chaque arc est divisé en huit parties égales, & on aura trente-deux petits arcs de onze degrés & un quart chacun, ou de onze degrés quinze mi-

nutes ; & chacun d'eux renfermera l'étendue, ou l'amplitude d'un vent particulier qui tire son nom de deux des quatre cardinaux entre lesquels il se trouve, & de sa position relative à ces deux là.

Un seul exemple de la division de l'un de ces quatre arcs suffira pour donner une juste idée de la division des autres.

En partant donc du *nord* à l'*est*, le vent principal est le *nord*; or le premier qui le suit, s'appelle *nord-quart au nord-est*; le second, *nord-nord-est*; le troisième, *nord-est-quart au nord*; le quatrième, simplement *nord-est*, parce qu'il tient exactement le milieu entre le *nord* & l'*est*; le suivant ou le cinquième, *nord-est-quart à l'est*; le sixième *est-nord-est*,

parce qu'il participe davantage de l'*eſt* que du *nord*; le ſeptième, *eſt-quart de nord-eſt*: ce qui complète le quart de la roſe du *nord* à l'*eſt* où commence l'autre quart.

En donnant de ſemblables dénominations à ceux qui ſont compris entre l'*eſt* & le *ſud*, ainſi qu'à ceux qui ſoufflent du *ſud* à l'*oueſt*, & de l'*oueſt* au *nord*, on aura les dénominations des trente-deux vents, en prenant, pour chacun des trois autres quarts de la roſe, les noms des deux vents principaux qui terminent de part & d'autre chaque quart.

Quoique cette diviſion ſoit plus exacte que toute autre, & en même temps très-importante aux marins, qui doivent connoître avec la plus

grande précision le point d'où vient le vent, elle seroit plus embarrassante qu'utile, si on l'admettoit sur terre. On se borne donc à bien connoître ici huit espèces de vents seulement; les quatre principaux, & ceux qui tiennent le milieu entre eux : en voici la nomenclature, beaucoup plus facile à saisir & à retenir que la précédente.

1°. Le *nord* qui vient du pôle du même nom; 2°. le *nord-est*, autrement dit l'*aquilon*, qui souffle précisément entre le *nord* & l'*est*, & qui vient de l'orient solsticial; 3°. l'*est* qui part de l'orient équinoxial; 4°. le *sud-est*, de l'orient d'hiver, entre le *sud* & l'*est*; 5°. le *sud* qui vient du midi; 6°. le *sud-ouest* qui souffle du

couchant d'hiver; 7°. l'*oueſt* qui vient du couchant équinoxial; & 8°. le *nord-oueſt* entre l'*oueſt* & le *nord*.

Rien de plus irrégulier, de plus variable, remarque très-bien M. de *Buffon*, que la force & la direction des vents de nos climats; mais il y a des pays où cette irrégularité n'eſt point à beaucoup près auſſi grande, & d'autres où le vent ſouffle conſtamment ſelon la même direction, & preſque avec la même force. De là un nouveau point de vue ſous lequel on peut conſidérer les vents: on peut donc les conſidérer, ou comme des vents *généraux* & *conſtans*; ou comme des vents *périodiques* & *anniverſaires*; ou comme des vents de

terre ou de *mer*; ou enfin, comme des vents *libres* & *variables*.

Les premiers sont appelés *généraux*, parce qu'ils règnent presque par-tout; & *constans*, parce qu'ils soufflent constamment en certains endroits. Tel est, par exemple, le *vent général d'est*, qui souffle constamment dans toute l'étendue de la *zone torride*, & même au delà. *Dampierre* & *Halley* nous ont donné une histoire aussi étendue qu'intéressante de ces sortes de vents.

On appelle *vents périodiques* ou *anniversaires*, ceux qui reviennent régulièrement en certaines saisons, ou en certains temps de l'année. Tels étoient ceux que les anciens nommoient *étésiens*. Ces sortes de vents

n'affectent point par-tout la même direction, & tous n'ont point la même durée.

En certains endroits, ils se lèvent vers les neuf heures du matin, & cessent pendant la nuit; c'est pour cette raison que les marins les nomment *vents sommeillans*. En d'autres, & sur-tout sur la méditerranée, le vent d'*ouest* se lève après midi, & se couche avec le soleil depuis le mois de mars jusqu'au mois de septembre. Nulle part les vents ne sont plus réguliers qu'à Malaca, depuis la fin d'août, jusqu'à la fin d'octobre : il y règne constamment une espèce de vent que les Indiens appellent *mousson*. A ce vent succède un vent de *nord*, qui règne depuis

novembre jufqu'en avril, pour faire place aux vents du *fud* & du *fud-eft*, qui continuent à fouffler jufqu'au mois d'août.

Les vents qu'on appelle *vents de mer*, & *vents de terre*, pourroient encore être rangés dans la claffe des précédens, eu égard à leur régularité. Les premiers fe portent de la mer vers la terre, & les autres de la terre à la mer, avec cette différence que les vents de mer ne foufflent que pendant le jour, & ceux de terre pendant la nuit.

Quant aux vents *libres* & *variables*, ce font ceux qui furviennent au moment où l'on s'y attend le moins, & n'ont, outre cela, rien de réglé dans leur courfe, leur durée & leur force.

Ces ſortes de vents ſe font ſpécialement ſentir dans les zones tempérées, & s'étendent même depuis les tropiques jusqu'aux pôles. Ils obſervent cependant une certaine régularité, en ce qu'ils ſoufflent plus ſouvent le matin & le ſoir que vers le midi.

En général, les pays montagneux ſont plus expoſés aux irrégularités du vent, que les pays de plaines; ce qui vient de ce que les montagnes changent non-ſeulement la direction des vents, mais en produiſent elles-mêmes, qui ſont ou conſtans ou variables, ſelon différentes circonſtances dans le détail desquelles nous n'entrerons point.

Nous obſerverons cependant, avec

M. le comte de *Buffon*, que la fonte des neiges, dont les montagnes font ordinairement couvertes, occasionne des vents qui règnent assez constamment pendant très-long-temps ; que les vapeurs, qui se portent vers les montagnes, s'y arrêtent & s'y accumulent, occasionnent des vents variables qui sont très-fréquens dans tous les climats ; & qu'il y a autant de variations dans ces mouvemens de l'air, qu'il y a d'inégalités sur la surface de la terre. J'ajouterai, qui plus est, que ces irrégularités produisent une multitude de phénomènes plus extraordinaires les uns que les autres.

Qui croiroit, par exemple, si le fait n'étoit attesté par les voyageurs

les plus véridiques, que dans le royaume de Kachemire, qui est entouré des montagnes du Caucase, on éprouve, à la montagne Pira-Penjale, des changemens si soudains, que, dans l'espace de moins d'une heure, on y passe de la température de l'été à celle de l'hiver; parce qu'il y règne deux vents contraires, l'un du *nord*, l'autre du *midi*.

On observe un phénomène presque semblable dans l'une des presqu'îles de l'Inde, celle qui est traversée du nord au sud par les montagnes de Gate. On a l'hiver d'un côté de ces montagnes, & l'été de l'autre côté; en sorte que, sur la côte de Coromandel, l'air est serein, tranquille & fort chaud, tandis qu'à celle du

Malabar, & sous la même latitude; les pluies, les orages, les tempêtes rendent l'air glacial, ou au moins aussi froid qu'il puisse l'être dans ces climats.

On éprouve la même chose en plusieurs autres endroits, sur-tout dans l'île de Ceylan. L'hiver & les grands vents se font sentir dans la partie septentrionale de cette île, tandis qu'on jouit d'un très-beau temps & des chaleurs de l'été dans ses parties méridionales; & cet effet est alternatif & réciproque par rapport à ces différentes positions de l'île.

Que dirois-je, ou plutôt que ne dirois-je pas, si je rapportois ici tous les effets extraordinaires que produisent les vents variables & incons-

tans ! Parlerai-je des vents du *ſud* qui ſoufflent en Egypte pendant l'été : ils ſont ſi chauds, qu'ils ſuffoquent ceux qui y ſont expoſés ; & ils ſont ſi violens, qu'ils élèvent d'énormes quantités de ſable qui obſcurciſſent le ciel, comme le feroient des nuages très-épais. Or ce ſable eſt ſi fin, & il eſt pouſſé avec tant de force, qu'il pénètre par tout, même dans les coffres les mieux fermés.

Un autre vent, non moins dangereux, s'élève quelquefois dans le golfe perſique, & il eſt encore plus chaud & plus terrible que le précédent. Comme lui, c'eſt un vent ſuffoquant, mais il eſt, outre cela, mortel : on diroit que c'eſt un tourbillon de vapeurs enflammées.

Dans l'Arabie heureuſe, ſur la Mer Rouge il en ſouffle un ſemblable, qui élève une ſi grande quantité de ſable, qu'on préſume que cette mer pourroit bien un jour en être comblée.

Parlerai-je de ces nuages fameux par les horreurs qui les ſuivent; de ces nuages qui ſe forment au Cap de Bonne-Eſpérance, ainſi que dans la Terre de Natal; à peine ſont-ils viſibles tant ils ſont élevés. Ils paroiſſent ſous la forme d'une petite tache ronde, que les marins appellent *œil-de-bœuf;* & au moment où on s'y attend le moins, il en ſort un vent ſi terrible, qu'il excite des tempêtes aſſez fougueuſes pour précipiter, au fond de la mer, les vaiſſeaux dont les voiles ſont malheureuſement dé-

ployées ; les autres ont assez de peine à se garantir de leur fureur.

Je ne finirois pas si, parcourant toute la surface du globe, je m'arrêtois à chaque phénomène que les vents variables & inconstans y produisent. J'en ai dit assez pour piquer la curiosité du lecteur, & il trouvera amplement à la satisfaire, en lisant les Ouvrages de plusieurs voyageurs ; particulièrement le second volume de l'Histoire Naturelle de M. de *Buffon*, édit. *in*-12.

Je m'arrête un moment à la cause, ou plutôt aux causes productrices de ces différentes espèces de vents ; car ils sont manifestement l'effet de plusieurs causes qui se réunissent, ou qui se contrarient. Or, il seroit diffi-

cile, pour ne rien dire de plus, d'aſſigner celles des vents irréguliers & inconſtans. Cependant on conçoit aiſément, & en général, que tout ce qui peut troubler l'équilibre des couches de l'atmoſphère, tout ce qui peut les diviſer, les tranſporter d'un endroit à un autre, doit être regardé comme une des cauſes productrices du vent.

On conçoit auſſi facilement que les différentes diſpoſitions des endroits, vers leſquels le vent ſe porte, doivent néceſſairement influer ſur ſa direction. Ainſi donc, les lacs, les fleuves, les mers, mais particulièrement les montagnes, les forêts, & généralement tous les édifices élevés, doivent être rangés parmi les cauſes qui influent ſur

la direction du vent : mais, pour expliquer de quelle manière elles y influent, les effets qu'elles produisent, il faut nécessairement les considérer toutes en particulier ; ce qui présente un champ immense d'observations à faire, ou au moins à recueillir, des Ouvrages de ceux qui ont eu occasion de les faire, & s'en sont occupés.

Quant aux causes qui se réunissent pour produire le vent général d'*est*, dont nous avons parlé précédemment, la principale est, sans contredit, l'action du soleil sur la portion de l'athmosphère qui lui répond, dans la zone torride, & au delà. La chaleur de ses rayons y cause une raréfaction extrême, & cette raréfaction étant incontestablement plus grande dans les

endroits où le soleil est au zenith, le courant d'air, qui suit sa marche, forme un vent constant d'orient en occident, ou ce vent général d'*est*, qui souffle sur la mer de la zone torride & sur la majeure partie des terres situées entre les deux tropiques.

La même cause suffit encore pour expliquer la formation des vents de terre, ainsi que de ceux qu'on appelle vents de mer ; & on conçoit facilement la raison pour laquelle ces sortes de vents, quoique constans, cessent cependant de se faire sentir dans les temps humides, où, le ciel étant couvert de nuages, la chaleur du soleil ne peut pénétrer jusqu'à la surface de la mer & de la terre.

Cette opinion, qui nous a paru la

meilleure, est celle de M. *de Buffon*, & nous l'avons exposée fort au long dans le troisième volume de nos *Elémens de Physique théorique & expérimentale.* Nous y avons aussi indiqué les causes qui occasionnent, en quelques endroits, certaines variations à ce vent général d'*est*, & qui font qu'il prend plus ou moins du *sud* ou du *nord*, en différentes saisons.

Il n'est point, à beaucoup près, aussi facile de saisir & d'indiquer les causes des vents réglés, tels que les vents étésiens, & ceux qu'on appelle *moussons.* On peut cependant dire, en général, qu'ils dépendent de la situation & de la disposition des lieux où ils se font sentir, des exhalaisons qui s'y élèvent en certains temps de l'année, de la

chaleur du terrain, de la fonte des neiges, & de plusieurs autres circonstances locales qu'il faudroit connoître. Nous n'insisterons pas davantage sur une matière, sur laquelle nous ne pourrions donner au lecteur que des idées vagues, & trop générales pour satisfaire sa curiosité. En voici une autre qui se présente, & qui mérite toute son attention. Celle-ci, nous pourrons la traiter d'une manière plus certaine & plus satisfaisante.



CHAPITRE TROISIÈME.

De l'Eau.

Nous avons démontré, dans le Chapitre précédent, que l'air eſt un fluide indiſpenſablement néceſſaire à l'entretien de la vie animale; que, ſi la reſpiration peut être ſuſpendue pendant quelques inſtans, elle ne peut l'être plus long-temps ſans un danger imminent de la vie; & qu'un animal ne tarde point à périr lorſqu'on le tient renfermé dans une eſpace vide d'air, ou rempli d'un air trop raréfié & incapable d'entretenir le jeu de la reſpiration. Nous avons démontré, outre cela, que les qualités propres &

naturelles de ce fluide ne peuvent être notablement altérées ou viciées qu'au préjudice de celui qui le respire. Il en eſt de même du liquide qui fait l'objet de ce Chapitre : il eſt également néceſſaire à l'entretien de la vie animale, & pareillement il ne peut être altéré dans ſa pureté, vicié dans ſes qualités, qu'il n'occaſionne des accidens plus ou moins fâcheux à l'économie animale.

On peut à la vérité ſe paſſer plus long-temps du miniſtère de l'eau que de celui de l'air ; mais on ne peut s'en paſſer abſolument. Privées de ce fluide, nos humeurs ne tarderoient point à s'épaiſſir, le ſang à s'appauvrir, à ſe deſſécher, & à perdre la fluidité, dont il a beſoin pour paſſer

librement

librement dans les routes de la circulation, & se porter dans toute l'habitude du corps; bientôt donc, cette fonction vitale seroit totalement lésée, & cette lésion nous conduiroit nécessairement au tombeau.

Destinée à nous servir de boisson, l'eau est celle qui nous convient davantage, & celle dont nous userions habituellement, si nous étions assez sages pour consulter notre utilité de préférence à notre sensualité; & encore est-elle tellement nécessaire en cette qualité, qu'elle fait la base de ces boissons perfides que les mains de l'art nous préparent.

Quel éloge je ferois de ce fluide, ce présent précieux de la nature, si je passois ici en revue tous les avantages

qu'il nous procure, si je considérois son influence dans la majeure partie des productions de notre globe, si j'analysois l'excellent Ouvrage de *Fabricius*, celui de *Nieuwentyt*, & de quelques autres auteurs, non moins célèbres, qui se sont occupés à rassembler ses propriétés, & à nous dévoiler les intentions bienfaisantes du Créateur dans la production de cet être !

Qu'est-ce donc que l'eau ? A cette question je pourrois répondre ce que répondit anciennement *Démocrite* à quelqu'un qui lui demandoit *ce que c'étoit que l'homme ?* Il lui répondit : *l'homme est une chose que nous connoissons tous.* Je pourrois répondre à mon tour ; *l'eau est une chose que nous*

connoiſſons tous , & la connoiſſance que nous en avons, vaut bien la définition qu'on en donne généralement en phyſique, où l'on dit que c'eſt un fluide diaphane, homogène, peſant, inodore & inſipide. Soyons de bonne foi, & convenons que cette définition ne nous apprend que ce que nous ſavions déja : reſtons donc dans notre ignorance à cet égard, puiſque le flambeau de la philoſophie ne peut percer le voile qui couvre la nature de cet être, & conſidérons-le ſous tous les rapports ſous leſquels il ſe préſente à nos recherches.

Or ces rapports ſont au nombre de trois : nous voyons en effet l'eau dans trois états différens ; c'eſt communément une liqueur qui coule ;

c'eſt quelquefois une vapeur plus ou moins ſenſible qui s'élève dans l'athmoſphère ; en quelques circonſtances elle eſt ſolide , & c'eſt ce que nous appelons de l'eau glacée. Nous la conſidérerons donc comme *liqueur*, comme *vapeur* , & comme *glace :* de là nous diviſerons ce Chapitre en trois Sections , auxquelles nous ajouterons un Appendice dans lequel nous donnerons une idée ſuccinte des météores aqueux.

SECTION PREMIÈRE.

De l'Eau conſidérée comme liqueur.

Conſidérée ſous ce premier rapport , l'eau entre dans la compoſition de tous les corps , à l'exception

cependant des métaux, dans lesquels l'analyse la plus exacte n'a pu, jusqu'à présent, en découvrir la moindre trace. Tous les autres mixtes en fournissent une quantité plus ou moins abondante dans leur décomposition; & cette eau, que les chymistes désignent sous le nom de *phlegme*, est ce qu'on appelle *eau élémentaire*, ou *eau principe*; non qu'elle soit simple & homogène, ni même qu'on puisse l'amener à un état de simplicité, ou d'homogénéité parfaite, parce qu'elle entraîne toujours avec elle quelques principes fugaces avec lesquels elle a la plus grande affinité, & dont on ne peut la séparer. Malgré cela cependant, on la distingue de l'eau ordinaire, &

on la regarde comme l'un des principes constitutifs des corps.

Mais ce principe doit-il être rangé au nombre des principes primitifs, ou n'est-il qu'un principe du second ordre, & même d'un ordre plus éloigné ? C'est une grande question agitée depuis quelques années, mais qui n'est point encore suffisamment discutée, pour qu'on puisse prendre un parti décisif à cet égard. Nous nous bornerons donc à exposer ici les raisons sur lesquelles on se croit en droit de disputer à l'eau la qualité de principe primitif, dont elle jouissoit paisiblement depuis si long-temps. Point de prescription en physique, & jamais il ne peut y en avoir contre la vérité.

Il y a quelques années que M. *Cavendisch*, ayant fait brûler de l'air inflammable dans un vaiſſeau de criſtal très-ſec, s'aperçut que les parois de ce vaiſſeau étoient couverts d'une vapeur humide. Surpris de ce phénomène, il répéta cette expérience plus en grand, & fit brûler une plus grande quantité d'air inflammable combiné avec de l'air déphlogiſtiqué, & il en obtint une quantité d'eau aſſez remarquable.

Cette expérience a été répétée pluſieurs fois depuis, & toujours avec le même ſuccès. De toutes ces expériences, je ne citerai que la ſuivante, comme l'une des plus concluantes; elle fut faite par MM. *de Lavoiſier* & *de Laplace*, avec une eſpèce de

lampe à air inflammable, & à double tuyau, dont l'un fourniſſoit de l'air inflammable, & l'autre de l'air déphlogiſtiqué : les deux orifices, par leſquels ces deux fluides paſſoient pour ſe réunir dans un tuyau commun, étoient proportionnés de manière qu'ils fourniſſoient les quantités reſpectives de ces fluides néceſſaires à leur combuſtion.

Le mélange ſe rendoit ſous une cloche de verre, remplie de mercure, où il brûloit ; & l'expérience, faite ſur trente pintes d'air inflammable, & quinze à dix-huit d'air déphlogiſtiqué, produiſit près de cinq gros d'eau, poids preſque égal à celui des deux maſſes d'air employées dans cette opération.

Je ne m'arrêterai point aux difficultés que plusieurs savans physiciens ont opposées au résultat de ces sortes d'expériences. Mon dessein n'est point de mettre sous les yeux du lecteur toutes les pièces de ce procès, encore pendant au Tribunal de la Chymie ; mais de lui faire connoître les moyens de ceux qui l'ont intenté, & qui disputent à l'eau son titre de principe primitif, ou du premier ordre.

C'étoit déja beaucoup que d'avoir produit de l'eau ; mais il restoit à prouver que cette eau n'existoit point en substance, dans les deux principes combinés, qui l'ont fournie par leur combustion : il ne suffisoit donc pas d'avoir fait de l'eau, il falloit encore

la défaire ; parlons plus exactement : il falloit l'analyser, la décomposer elle-même, & démontrer qu'elle donnoit, dans sa décomposition, les mêmes principes qu'on avoit réuni pour la former ; & c'est ce que fit M. *Lavoisier*, d'abord en son particulier, ensuite aidé des secours de MM. *Meusnier* & *Bertholet* son confrère. Je ne parlerai que des expériences qu'ils firent ensemble.

Bien persuadés que l'air déphlogistiqué avoit plus d'affinité avec le fer qu'avec l'air inflammable, ils imaginèrent de séparer ces deux principes, en faisant subir à l'eau un degré excessif de chaleur ; & de s'emparer de l'air déphlogistiqué qu'elle contient, en lui offrant du fer, au moment de sa séparation d'avec l'autre principe.

Pour cela, ils firent passer dans un tube de fer incandescent, je veux dire fortement rougi au feu, soit de l'eau en vapeur, soit de l'eau versée goutte à goutte, au moyen d'un robinet ouvert imperceptiblement, & le succès répondit assez bien à leurs espérances.

1°. Ils obtinrent de grandes quantités d'air inflammable, & cet air avoit les mêmes propriétés que l'on découvre dans celui qu'on obtient des substances métalliques, par le moyen de l'acide vitriolique; il en différoit cependant en ce qu'il avoit une odeur empyreumatique que n'a point celui-ci.

2°. Le tube de fer, dont ils firent usage, fut considérablement altéré;

& par cette altération, qui alloit toujours en augmentant, il devint moins propre à dégager de l'air inflammable : ils continuèrent à opérer avec le même tube, & ils parvinrent à le mettre hors de service.

Alors ce tube étoit intérieurement calciné & converti, dans une grande partie de son épaisseur, en une matière qui n'avoit de commun, avec le fer, que la couleur : elle présentoit un grain composé de facettes brillantes, qui résistoient à la lime & au burin. Cette matière s'étoit si abondamment accumulée sur les parois intérieures de ce tube, que le diamètre de sa capacité, primitivement de sept lignes, étoit réduit à quatre.

Quoique cette matière, dit M. *Lavoisier*,

ſier qui fit à l'académie le rapport de ce travail, ait beaucoup d'analogie avec le fer calciné par l'air déphlogiſtiqué, qui ſe trouve dans l'air libre; c'eſt, à beaucoup d'égards, une matière neuve, qui mérite toute l'attention des chymiſtes. Pour nous, nous ne prendrons aucun parti à cet égard, &, ſans prononcer ſur la compoſition ou la ſimplicité de l'eau, nous continuerons à la regarder comme l'un des principes des corps, juſqu'à ce qu'on lui ait irrévocablement fixé la place qu'elle doit tenir dans l'ordre des êtres créés. En attendant, nous allons nous occuper de ſes propriétés.

Nous ne dirons rien de celles qui ſont trop généralement connues pour avoir beſoin d'être diſcutées & prou-

vées. Nous ne parlerons donc, ni de sa diaphanéité, ni de son insipidité, ni de plusieurs autres propriétés sous lesquelles on a coutume de la caractériser; mais nous parlerons de sa vertu dissolvante & de sa compressibilité.

C'est un fait généralement connu, que l'eau est le véritable dissolvant des substances salines, & de plusieurs autres encore; mais celles que nous venons de nommer, nous présentent deux phénomènes qui méritent une attention particulière.

1°. Entre les substances salines, il en est plusieurs qui se dissolvent plus facilement & plus abondamment dans l'eau chaude que dans l'eau froide; mais, saturée de sel, elle en abandonne une partie, lorsqu'elle se

refroidit; & les molécules qui s'en séparent, se précipitent, se réunissent & se cryſtalliſent. Pareillement tout ſel, diſſous dans une maſſe d'eau donnée, ſe précipite & ſe cryſtalliſe auſſi à meſure que l'eau s'évapore : de là, deux eſpèces de cryſtalliſations en chymie, ou plutôt deux moyens de faire cryſtalliſer les ſels, par refroidiſſement & par évaporation; ſouvent on les réunit pour accélérer l'opération.

2°. Saturée d'un ſel, au point de ne pouvoir en diſſoudre davantage, la vertu diſſolvante de l'eau n'eſt cependant point épuiſée : donnez-lui un ſel plus facile à diſſoudre, & elle en diſſoudra encore une certaine quantité, moins cependant qu'elle en eût

diſſout, ſi elle n'eût été préalablement ſaturée d'une autre : arrivée encore au point de ſaturation, elle en diſſoudra un troiſième, un quatrième, & ainſi de ſuite, à meſure qu'on lui en préſentera qui feront ſucceſſivement plus faciles à diſſoudre que les précédens.

Vers la fin du dernier ſiècle, il s'éleva en phyſique une grande queſtion au ſujet de la compreſſibilité de l'eau ; les opinions furent partagées, comme elles ont coutume de l'être ſur toutes les queſtions problématiques : ceux qui prétendoient que l'eau eſt incompreſſible, ſe fondoient ſur deux expériences ; l'une, faite par la fameuſe académie *Del cimento*, qui ne put parvenir à comprimer une maſſe

d'eau, en déformant, à coups de marteau, une ſphère de métal, remplie de ce fluide : la ſphère ſe déforma bien ; en ſe déformant, ſa capacité devint plus petite ; puiſque toutes choſes égales d'ailleurs, la capacité ſphérique eſt la plus grande des capacités ; mais l'eau ne ſe comprima point ; &, au lieu de ſe réduire à un moindre volume, on la vit ſe tamiſer par les pores de ce métal, & former, ſur ſa ſurface, comme une eſpèce de roſée.

L'autre expérience fut faite par le ſavant *Muſſenbroeck* : il prit un ſiphon dont les deux branches étoient parallèles ; l'une très-courte, & fermée hermétiquement vers le haut ; l'autre très-longue & ouverte : il remplit d'eau la petite branche, & fit enſuite

couler du mercure dans la plus longue; la colonne d'eau fut alors pressée, & par le poids de l'air extérieur, & par le poids de la colonne de mercure, qui avoit une base commune avec elle: or, bien que le poids de cette colonne fît plus que quadrupler celui de l'air extérieur, la petite colonne d'eau conserva toute sa longueur, & ne fut point comprimée.

Que conclure raisonnablement de ces deux expériences? Que l'eau est incompressible? Non sans doute; mais qu'elle ne fût point comprimée, & qu'elle ne pût l'être par les deux moyens indiqués.

Qu'on me donne une sphère d'un métal, je ne dirai point sans pores, puisqu'il n'est aucun corps qui n'ait

les ſiens, mais dont les pores ſoient aſſez petits, pour que les parties de l'eau ne puiſſent paſſer à travers; qu'on la rempliſſe entièrement de ce liquide purgé d'air, & refroidi à la température de la glace, & qu'on me prouve enſuite qu'il n'eſt aucun effort qui puiſſe déformer cette ſphère; alors je croirai à l'incompreſſibilité de l'eau.

Qu'on me donne un ſiphon, dans la forme de celui dont ſe ſervit *Muſſenbroeck*, mais que ſa longue branche ſoit indéterminée, & qu'on ne ceſſe d'y verſer du mercure; ſi la colonne d'eau conſerve inébranlablement ſa longueur, je dirai encore que l'eau eſt incompreſſible : mais je me garderai bien de le conclure des expériences précédentes.

J'en conclûrai, avec l'abbé *Nollet*, que ſi elle a réſiſté aux efforts qu'on a faits pour la comprimer, dans ces deux expériences, il eſt à croire qu'elle n'eût pas réſiſté à de plus grands efforts, s'il avoit été poſſible de lui en faire éprouver d'aſſez grands.

Tous les corps ſolides ſe compriment, dit ce ſavant phyſicien, parce qu'étant poreux, leurs parties peuvent ſe rapprocher : mais qu'eſt-ce qu'une liqueur, ſinon un aſſemblage de petits corps ſolides, que nous ne pouvons pas regarder comme des êtres ſimples, mais plutôt comme de petites maſſes compoſées de parties qui ne ſont pas ſi étroitement unies qu'elles ne laiſſent de petits vides entre elles;

ſi la poroſité rend les grands corps ſuſceptibles de condenſation, la même cauſe ne doit-elle pas avoir le même effet dans les plus petits ?

Tout ce qu'on peut dire, c'eſt que la compreſſibilité doit diminuer comme la grandeur des corps ; c'eſt-à-dire, que les plus petits ſont moins flexibles ; que les parties d'une liqueur, en conſéquence de leur extrême ténuité, ſont à l'épreuve des plus grandes forces ; mais il ſuit auſſi du même principe, qu'il n'y a abſolument d'incompreſſible que ce qui eſt abſolument ſimple.

J'ajouterai encore une réflexion bien ſage & bien philoſophique, que fait à ce ſujet le ſavant Phyſicien que je viens de citer.

Il eſt avantageux pour nous, dit-il, que tout ce qui eſt liquide puiſſe réſiſter à des preſſions qui rapprochent & broyent les autres corps. Tout ce que nous tirons des végétaux, par expreſſion, le vin, le cidre, les huiles, &c., ne ſe ſépareroient jamais des parties ſolides qui les renferment, ſi les liquides pouvoient ſe comprimer comme elles ; les fruits, ſoumis à la preſſe, ne feroient qu'y changer de volume. Béniſſons donc ici la ſageſſe bienfaiſante de l'Être ſuprême, qui ſemble n'avoir mis un plus grand obſtacle à la compreſſibilité des liquides, que pour nous mettre à portée de nous en procurer un grand nombre que nous n'euſſions jamais connus ſans cela.

Mais finalement, dans l'état actuel des choses, l'eau eſt-elle compreſſible? Il eſt à croire qu'elle l'eſt effectivement; elle tranſmet les ſons, ainſi que nous l'avons déja obſervé précédemment; elle eſt donc ſuſceptible de vibrations harmoniques, de vibrations analogues à celles des corps ſonores, & conſéquemment élaſtique: or elle ne peut être élaſtique, qu'elle ne ſoit compreſſible, & je m'en tiens à cette preuve.

Maintenant, outre les propriétés dont je viens de parler, & pluſieurs autres que j'ai cru pouvoir paſſer ſous ſilence, l'eau en a quantité d'autres étrangères à ſa conſtitution, & qu'elle n'acquiert qu'à raiſon des circonſtances dans leſquelles elle ſe

trouve. En vertu, par exemple, de cette faculté, qui lui est propre, de dissoudre quantité de substances étrangères, elle se charge plus ou moins abondamment de ces substances; & alors elle participe aux différentes propriétés des corps qu'elle a dissous. C'est ainsi que, chargée d'air fixe, lorsqu'elle a passé dans l'intérieur du globe sur des lits de substances crustacées en dissolution par l'acide vitriolique, elle se charge plus loin du fer qu'elle rencontre, & qu'elle devient une eau acidule chalibée, ou ferrugineuse; c'est ainsi que, chargée de sels de différentes espèces & autres substances minérales, elle devient elle-même *minérale*, & un remède salutaire entre les mains d'un habile

médecin qui connoît les différens principes dont elle est plus ou moins abondamment chargée.

Toutes, en général, font unies à des principes étrangers, qui influent plus ou moins sur leur constitution; & rien de plus important que de connoître la diversité de ces principes, afin de s'interdire celles dont l'usage pourroit préjudicier aux fonctions de l'économie animale, & de n'admettre, pour sa boisson ordinaire que celles qu'on peut regarder comme salubres; non qu'elles soient plus pures que les autres, mais en ce que les principes qui leur sont unis, n'ont rien qui puisse être préjudiciable à la santé de l'homme.

Pour nous mettre à portée de faire,

avec plus de facilité, une recherche aussi importante, nous distinguerons les eaux en trois classes ; en *eaux de pluie*, *eaux de sources* & *eaux de mer* : celles de la première classe forment les mares, les citernes, & le plus grand nombre des lacs ; celles de la seconde, donnent naissance aux fontaines, aux puits & aux rivières ; celles de la troisième, bien que renfermées dans cet immense réservoir qui fut creusé, dès l'origine du monde, par les mains de l'Éternel, fournissent en grande partie, par leur évaporation continuelle, la matière des précédentes.

La pluie, ainsi que la neige & la grêle, ne sont en effet que le produit des vapeurs qui se sont élevées

à différentes hauteurs, dans des régions plus ou moins froides de l'athmosphère, où elles ont été condensées & réduites, les unes en pluie, par le concours des nuées & des vents, les autres en neige ou en grêle, par le froid piquant qu'elles ont éprouvé. Or la majeure partie de ces vapeurs provient de la surface immênse des mers, & le reste de la surface des eaux courantes & stagnantes sur toute l'étendue du globe.

Tombée sur la terre, la pluie la pénètre plus ou moins, & va porter, aux sources qui y sont renfermées, un nouvel aliment dont elles ont besoin; de sorte que, par une circulation continuelle & nécessaire à la salubrité de ce fluide, la même eau se

transforme en différentes eſpèces d'eaux.

La plus impotable de toutes, à raiſon de ſa ſalure, de ſon amertume & d'un goût nauſéabond qui la caractériſe, c'eſt l'eau de la mer, & préciſément celle que mille circonſtances rendroient très-précieuſe à l'homme, s'il pouvoit en faire uſage pour ſa boiſſon.

Que de place perdue dans un vaiſſeau, lorſqu'il faut y embarquer une grande proviſion d'eau douce! Quelle déſolation pour ceux qui le montent, lorſque cette eau vient à ſe corrompre, & qu'on ne ſait où l'on pourra s'en procurer d'autre! Quel état que celui d'un équipage retenu en pleine mer, par un calme

perfide, & qui ſe voit à la veille de manquer d'eau ! Quel déſeſpoir s'il en manque, & s'il eſt réduit pendant quelque temps à cette affreuſe diſette !

Trouver le moyen de rendre l'eau de la mer potable, ſeroit donc un ſervice important à rendre à la marine ; & depuis long-temps on s'eſt occupé de cet objet. Je ferois un volume de tous les moyens qu'on a ſucceſſivement propoſés pour cela, & preſque tous ſans ſuccès, ou avec des ſuccès trop équivoques, pour qu'on ait pu les adopter. Le ſeul qui paroît mériter la confiance des marins, c'eſt la *diſtillation*. Diſtillée avec ſoin, cette eau devient douce, inſipide à la vérité, mais potable & ſalubre.

Le difficile confifte à trouver un appareil convenable à cette opération fur mer. Point de difficulté fur terre : un alambic ordinaire fuffit ; parce que, folidement établi fur fon fourneau, il n'y eft point agité de mouvemens qui puiffent faire paffer l'eau en maffe, du vaiffeau qui la contient, dans celui qui ne doit recevoir que le produit de la diftillation.

Ce n'eft point la même chofe en mer, où le roulis alternatif du vaiffeau, & fouvent encore les vagues qui furviennent, le tourmentent, l'agitent en différens fens, & avec lui tout ce qu'il renferme. De là un alambic ordinaire, participant néceffairement à tous ces mouvemens, l'opération feroit impraticable, ou au moins ne pourroit

être conduite à chef ; puiſqu'au moment où l'on s'y attendroit le moins, une maſſe d'eau, non diſtillée, paſſeroit & ſe méleroit à celle qui l'auroit été.

Il faut donc néceſſairement ici un vaiſſeau diſtillatoire, qui ne ſoit point expoſé à cet accident ; & celui que M. *Poiſſonnier* a imaginé, paroît on ne peut plus propre à cet effet, à en juger par les eſſais qui en ont été déja faits, & par les témoignages avantageux que lui ont rendus ceux qui n'ont eu aucun intérêt à le décréditer.

J'ai entendu dire à M. *Magon*, qui partit pour Saint - Domingue en qualité d'Intendant, & qui accompagna M. le Comte *Deſtaing*, qui y alloit en qualité de Gouverneur, qu'ils

n'avoient bu d'autre eau, pendant toute leur traverſée de France à cette Colonie, & que cette eau étoit très-potable & très-ſalubre.

Le vaiſſeau, *duc de Praſlin*, deſtiné pour l'Iſle de France, fut muni d'un ſemblable appareil; &, pendant les ſix dernières ſemaines du voyage, tout l'équipage & les paſſagers ne burent d'autre eau que celle de la mer qu'on diſtilloit, à meſure de la conſommation qu'on en faiſoit.

L'appareil de M. *Poiſſonnier* mérite donc d'être pris en conſidération par le Gouvernement, & il le mérite d'autant mieux, qu'il eſt extrêmement économique. D'après les procès-verbaux dreſſés en ſa faveur, & ſurtout d'après celui de M. *de Courcelles*,

médecin de la marine à Breſt, & correſpondant de l'académie des ſciences de Paris, il eſt conſtant qu'une barrique de charbon de terre, peſant ſix cents livres, ſuffit pour diſtiller ſept barriques d'eau; &, de la manière dont cet appareil eſt monté, le même feu ſert en même temps l'alambic & la cuiſine.

Comment cet inſtrument eſt-il conſtruit? Quelles précautions faut-il prendre pour en tirer tout le parti qu'on en peut attendre? ce ſont deux queſtions fort intéreſſantes, mais qui ſeroient deplacées dans cet ouvrage. Ceux qui voudront ſatifaire leur curioſité à cet égard, pourront conſulter la chimie de M. *Baumé.*

Si les habitans de la Terre-Ferme,

n'ayant point à redouter les accidens qui menacent ceux qui s'embarquent pour de longs voyages ſur mer, n'ont aucun intérêt à connoître les moyens de rendre l'eau de la mer potable, ils ſont intéreſſés à connoître les qualités de celles qu'ils deſtinent à leur boiſſon habituelle.

Celles-ci ſont, ou des eaux de rivières, ou des eaux de puits, ou des eaux de fontaines. Les unes & les autres ont néceſſairement fait un trajet plus ou moins grand à travers des lits de terre de différentes qualités, avant de parvenir à l'endroit où on les puiſe : chemin faiſant, elles ſe ſont ſans doute chargées de quantité de ſubſtances étrangères, qu'elles ont rencontrées & qu'elles ont diſſoutes,

ou au moins qu'elles ont entraînées avec elles, & qui ne s'y trouvent que par interposition. Elles ont donc acquis des qualités différentes, qu'elles doivent à cette diversité de substances étrangères à leur propre constitution. De là, il est évident que si celles-ci sont salubres, les eaux qui les contiennent le sont également; mais que, si elles sont nuisibles, les eaux ne peuvent manquer de l'être.

Il est donc important de connoître les substances étrangères qui se trouvent, soit en dissolution, soit par interposition, dans les eaux qu'on veut boire. Mais comment les connoître ? Il est deux moyens pour cela : le premier que je ne ferai qu'indiquer, parce qu'il est impraticable à la majeure

partie de mes lecteurs ; c'est l'analyse chimique, analyse qui suppose, & de profondes connoissances en chimie, & une grande habitude dans l'art d'opérer : le second, moins exact à la vérité à plusieurs égards, mais plus à la portée de tout le monde, & suffisant dans presque toutes les circonstances qui peuvent se présenter ; c'est l'épreuve de l'eau par les *réactifs :* je m'explique.

Rappelons-nous qu'en parlant des affinités chimiques, dans le premier volume de cet Ouvrage, nous avons prouvé que si, à deux principes unis ensemble, on en ajoute un troisième qui ait plus d'affinité avec l'un des deux qu'ils n'en ont entr'eux, ce troisième les séparera l'un de l'autre, & se

& ſe combinant alors avec celui avec lequel il aura plus d'affinité, il laiſſera l'autre à découvert.

D'après cette loi conſtante & invariable dans la nature, on comprend que ſi, à de l'eau qui contient une ſubſtance étrangère, on en ajoute une autre avec laquelle elle ait plus d'affinité qu'avec la précédente, celle-ci s'en ſeparera, & l'eau s'unira à celle qu'on lui préſente; il ſe fera donc alors un précipité, & la nature de ce précipité indiquera celle de la ſubſtance qu'on vouloit connoître : quelques exemples mettront cette théorie dans toute ſon évidence.

Suppoſons qu'il s'agiſſe d'éprouver l'eau d'un puits ou d'une fontaine; on ſait que la plupart de ces eaux ſont

plus ou moins chargées de *sélénite*, qui est un sel neutre vitriolique à base calcaire, qui les rend ce qu'on appelle communément dures ou crues & de difficile digestion, lorsqu'il y abonde jusqu'à un certain point. Or on verra, par comparaison, ce qu'elles en contiennent, en versant, dans des verres remplis de ces eaux, quelques gouttes d'huile de tartre par défaillance.

Dans toutes, l'eau deviendra louche ; & dans toutes, il se formera comme une espèce de nuage, qui flottera vers le milieu de la masse ; mais ce nuage, formé par la précipitation de la terre calcaire, que l'alkali du tartre aura séparé de l'acide vitriolique, dont il se sera emparé, sera

d'autant plus épais que la *félénite* abondera davantage dans l'eau qu'on éprouvera. On donnera donc la préférence à celle dans laquelle ce phénomène fera moins fenfible.

C'eft ainfi qu'en cultivant les fciences & les arts, on eft dédommagé de fes peines & de fes travaux, par des connoiffances agréables & utiles; mais la Nature, qui veille au falut de tous les hommes, qu'elle chérit également, ne veut point que le peuple foit la victime de fon ignorance, & dans les circonftances où il lui eft intéreffant de connoître les qualités des fubftances dont il fait un ufage habituel, elle lui fournit des moyens appropriés à la foibleffe de fon intelligence.

Ici, par exemple, & ſans lui indiquer la cauſe qui les rend telles, elle lui fait connoître les eaux qui ſont dures & indigeſtes. Il voit que certains légumes ne cuiſent que difficilement dans ces eaux, qu'il ne peut y faire diſſoudre du ſavon; qu'au lieu de s'y diſſoudre, il s'y ramaſſe en grumeaux, & il en conclut qu'il doit en chercher d'autres pour ſa boiſſon.

Je ferois un volume, ſi je voulois entrer dans le détail de toutes les ſubſtances étrangères qui peuvent ſe trouver dans les eaux, & qu'on peut facilement reconnoître, en employant différens réactifs. Je n'en indiquerai que quelques-uns, plus, pour ſatisfaire la curioſité du lecteur, que pour ſon utilité; parce qu'il eſt rare que

les eaux ordinaires ſoient aſſez chargées de principes hétérogènes, pour devenir impotables. Il faut, pour cela, qu'elles arrivent par des canaux, ou qu'elles aient coulé ſur des lits abondans en ces ſortes de ſubſtances. Néanmoins, comme le fait eſt non-ſeulement poſſible, mais qu'il ſe fait obſerver en différens endroits du globe terreſtre, voici les moyens de les connoître.

Une eau tient-elle quelques ſels en diſſolution ; verſez dedans quelques gouttes d'une diſſolution d'argent, par l'acide nitreux, & vous verrez une précipitation plus ou moins abondante. Si c'eſt du ſel marin qui ſoit diſſout dans cette eau, ce ſera une matière laiteuſe qui ſe précipitera

ſous la forme de grumeaux très-ſenſibles.

Tient-elle en diſſolution du vitriol de mars ; verſez-y quelques gouttes de ſolution de noix de galles, & auſſitôt elle noircira & formera comme une eſpèce d'encre : ſi c'eſt du vitriol de cuivre qu'elle tient en diſſolution, il ſuffira d'y plonger un morceau de fer, & vous l'en retirerez couvert de parties cuivreuſes.

A-t-elle paſſé par des mines de mercure, & s'eſt-elle chargée de quelques parties mercurielles, le précipité ſera plus ou moins abondant & jaune, ſi vous y verſez quelques gouttes d'huile de tartre par défaillance.

Contient-elle quelques parties arſé-

nicales ; le précipité,fait par le moyen de quelques gouttes d'eau de chaux, ſera couleur d'ocre, ou rouge de tuiles, &c.

Il eſt certaines eaux qui charient des ſucs lapidifiques : celles-ci ſe décèlent naturellement, par les effets qu'elles produiſent dans leur cours. Ces ſucs ſont-ils aſſez atténués pour pénétrer les ſubſtances ligneuſes qu'elles rencontrent chemin faiſant, elles les pétrifient & les convertiſſent en pierres, ſur leſquelles on remarque des veſtiges de leur état primitif. On y voit en effet des fibres ligneuſes, & ſouvent ces fibres laiſſent diſtinguer l'eſpèce de bois à laquelle elles appartiennent. Un uſage habituel de ces ſortes d'eaux ne feroit rien moins

que prudent. On conçoit en effet, qu'à raiſon de leur extrême ténuité, les ſucs qu'elles charient, paſſeroient avec elles dans les routes de la circulation, & y porteroient le germe de quelques concrétions pierreuſes.

Mais, lorſque les ſucs lapidifiques qu'elles entraînent, ſont moins atténués; lorſqu'ils ſont aſſez groſſiers pour ne pouvoir pénétrer la texture des végétaux, tels que ceux que charient les eaux d'Arcueil, près Paris; ces eaux ſont très-potables, parce que ces ſucs reſtent dans les premières voies, & ſe mêlent aux excrémens dont ils ſuivent la route. On reconnoît facilement ces ſortes d'eaux, en mettant, dans leurs baſſins, ou dans les canaux qui les apportent,

quelques corps ligneux, fur-tout de petites branches d'arbres : en peu de temps les fucs lapidifiques fe dépofent deffus, & forment des incruftations plus ou moins fingulières, felon la forme des corps qui ont été expofés au courant de l'eau.

C'eft à ces fortes d'eaux, furchargées de fucs lapidifiques, qu'on doit ces ftalactites plus ou moins admirables, que l'on voit fufpendues aux voûtes de certaines cavernes & de plufieurs grottes, à travers lefquelles ces eaux fe filtrent. Une première goutte demeure adhérente au bord de la fente par laquelle elle s'eft filtrée, elle s'évapore, & elle y laiffe, en s'évaporant, le fuc pierreux qu'elle y a apporté. Une feconde goutte lui

ſuccède, & en fait autant; les gouttes qui ſuivent, coulent le long de ces premières dépoſitions, les ſurchargent du même ſuc, & on les voit s'alonger ſous la forme d'une quille, ou d'un cône, dont la baſe eſt adhérente à la voûte de la grotte ou de la caverne.

Les gouttes, qui ſont aſſez groſſes pour ſe diviſer & tomber en partie ſur terre, y portent avec elles le même ſuc qu'elles y dépoſent, à meſure qu'elles s'évaporent, & y forment des concrétions plus ou moins irrégulières, qu'on appelle *ſtalagmites*. Il faut les voir ces concrétions & les ſtalactites qui ſont au-deſſus, pour ſe former une juſte idée de ces jeux bizarres de la nature. Je paſſe à un autre objet,

bien digne de fixer l'attention du lecteur ; je vais considérer l'eau dans l'état de vapeur.

SECTION II.

De l'Eau considérée comme vapeur.

A mesure qu'elle s'échauffe, l'eau se dilate, & elle se dilate au point de se réduire en vapeurs, qui se séparent de la masse, & s'élèvent dans l'athmosphère sous la forme d'une espèce de fumée, qui devient d'autant plus sensible, que l'eau approche davantage de son état d'ébullition ; état auquel elle parvient, lorsqu'elle est pure & qu'elle a acquis quatre-vingts degrés de chaleur, selon l'échelle du thermomètre de *Réaumur*, & c'est le *maximum* de la chaleur qu'elle peut acquérir.

On peut la faire bouillir plus fortement, mais non lui procurer plus de chaleur ; & c'eſt un fait atteſté par l'expérience. Plongez dedans la boule d'un thermomètre à mercure : dès qu'elle commencera à bouillir, la liqueur du thermomètre ſera montée au quatre-vingtième degré de l'échelle. Augmentez le feu, animez-le davantage, l'eau bouillira plus fortement, ſes bouillons ſeront plus véhémens, ils paſſeront par deſſus les bords du vaiſſeau ; mais le thermomètre reſtera au même point.

Si les vapeurs qui s'élèvent à ſa ſurface, ne reſſemblent plus à l'eau qui les fournit, elles ſont cependant encore de l'eau, & de l'eau qui n'a rien perdu de ce qu'elle étoit auparavant,

ſi ce n'eſt les parties hétérogènes auxquelles elle étoit unie, celles au moins qui étoient trop fixes pour ſe volatiliſer avec elle.

Recueillez-les ces vapeurs, dans des vaiſſeaux froids que vous expoſerez au-deſſus; elles s'y condenſeront, s'y réuniront en gouttes, & ces gouttes ramaſſées vous donneront de l'eau; mais de l'eau plus pure que la maſſe dont vous l'aurez retirée. Ces vapeurs ne ſont donc autre choſe que de l'eau en expanſion.

Mais juſqu'à quel point va cette expanſion? C'eſt ce qu'on auroit peine à croire, ſi le fait n'étoit auſſi certain & auſſi bien prouvé qu'il l'eſt, par l'expérience, qui nous apprend qu'une maſſe d'eau réduite en vapeur occupe

un eſpace quatorze mille fois plus grand que celui qu'elle occupoit dans ſon état de liqueur.

L'eau ſe dilate donc bien davantage que l'air ? Que dis-je ! Elle ſe dilate beaucoup plus que la poudre à canon qui s'enflamme. Il eſt en effet conſtant, d'après les expériences de M. *Amontons*, & répétées depuis par pluſieurs célèbres Phyſiciens, que l'air échauffé à la température de l'eau bouillante, & même au-deſſus de cette température, ne ſe dilate que d'un tiers, je veux dire que l'eſpace qu'il occupe alors n'eſt que d'un tiers plus grand que celui qu'il occupoit lorſqu'il étoit refroidi à la température de la glace.

Il eſt pareillement démontré par les expériences du même Phyſicien que

nous venons de citer, & par celles de *Belidor*, que la poudre qui s'enflamme ne se dilate qu'au point d'occuper un espace quatre mille fois plus grand; d'où il suit évidemment que l'eau réduite en vapeur se dilate incomparablement davantage que la poudre à canon.

Or comme c'est par sa dilatation que celle-ci acquiert toute la force qu'on lui connoît pour pousser une bale, lancer un boulet de canon, une bombe, ou faire jouer une mine, j'en conclus qu'une masse d'eau égale à celle de la poudre qu'on emploie devroit produire un effet bien plus considérable.

Pourquoi donc se donner tant de peine à fabriquer de la poudre, tandis

qu'on a toujours ſous la main une puiſſance bien plus formidable ? En voici la raiſon: Une ſeule étincelle ſuffit pour allumer une charge de poudre, & quelque groſſe que ſoit cette charge, elle s'allume preſqu'auſſi promptement qu'une autre, qui ſeroit beaucoup plus petite. Il n'en n'eſt pas de même de l'eau. Il faudroit faire rougir la piece dans laquelle elle ſeroit renfermée pour qu'elle s'évaporât, & encore ne s'évaporeroit-elle que progreſſivement ; & ſi la maſſe étoit volumineuſe, il faudroit beaucoup de temps pour qu'elle s'évaporât entièrement. On perdroit donc en temps ce qu'on gagneroit en force, ſi on ſubſtituoit l'évaporation de l'eau à l'inflammation de la poudre

à canon, & dans presque toutes les circonstances où l'on emploie le ministère de la poudre, le temps est ce qu'il y a de plus précieux.

On ne peut donc profiter de cet avantage que dans les circonstances où l'on peut attendre sans inconvénient que l'eau ait acquis le degré d'expansion auquel elle doit atteindre, pour être capable de grands efforts; & il faut en convenir, à la gloire de l'esprit humain, on a su tirer un très-grand parti de cette puissance dans la construction des pompes à feu, dont on doit la première idée à un médecin françois, nommé *Papin*, établi à Marbours, où il professoit la Physique expérimentale.

Cette idée fut d'abord réalisée en

France par M. *Dalesme*, de l'Académie des Sciences en 1795 : il présenta à cette illustre Compagnie un modèle en petit d'une machine dans laquelle le ressort de la vapeur de l'eau faisoit jaillir ce fluide à une très-grande hauteur, & l'Académie jugea, par ce foible essai, que cette machine méritoit d'être prise en considération, & désira que quelqu'un voulût bien se charger de la faire construire en grand.

Malgré cette heureuse prévention en faveur d'une machine dont les effets devoient intéresser singulièrement les hommes à projets, si multipliés à Paris, personne ne voulut en faire les frais, & les Anglois nous enlevèrent la gloire de cette belle exé-

cution. Les premières pompes à feu furent construites chez eux, & ils en tirèrent le plus grand parti dans les différentes applications qu'ils en firent, soit pour dessécher leurs mines, soit pour élever l'eau de la Tamise, & la distribuer dans les différens quartiers de Londres.

Un succès si brillant excita l'émulation de leurs voisins & des étrangers. Bientôt on vit des pompes à feu s'établir en Irlande, en Ecosse, en Hollande, en Italie, dans les Pays-Bas, & ce qu'on aura peine à croire, ce n'est que depuis quelques années, qu'on en voit sur la Seine à Paris, où le besoin d'approvisionner d'eau une ville aussi immense, sur-tout pendant l'hiver, temps où la plupart des

fontaines refuſent leur ſervice, & où la Seine n'offre qu'une boiſſon déſagréable, rebutante & mal-ſaine en plus d'un endroit, eût dû depuis long-temps déterminer les Pariſiens à ſe procurer une machine auſſi utile. On doit ce nouvel établiſſement à l'activité & à l'intelligence de MM. *Perrier* frères.

Il ſeroit difficile de donner au lecteur une idée ſatisfaiſante de cette admirable machine. Quelque détaillée qu'en fût la deſcription, il auroit encore beſoin d'en avoir un modèle ſous les yeux, pour en ſaiſir comme il faut le méchaniſme. Heureux ceux qui ſont à portée de ſatisfaire leur curioſité à cet égard, en viſitant les endroits où elles ſont établies.

On doit encore à *Papin* l'invention d'une machine beaucoup plus ſimple, à laquelle la vapeur ſert d'agent, & dont les effets pourroient être bien avantageux à cette claſſe d'hommes diſgraciés de la fortune, & condamnés à arroſer de leurs larmes le morceau de pain qu'ils gagnent à la ſueur de leur front. On pourroit, à l'aide de cette machine, & en ramaſſant les os qu'on dédaigne, leur faire d'excellent bouillon, ou au moins un bouillon très-nourriſſant. Cette opération très-peu diſpendieuſe, ne demanderoit qu'une légère attention dont tout homme eſt capable, ſur-tout celui qui eſt animé des ſentimens de la charité fraternelle. A qui pourrions-nous donc mieux en parler qu'à un

ſexe auſſi compatiſſant que ſenſible aux misères de l'humanité !

Je ne propoſe rien ici de nouveau. Il y a quelques années, & c'étoit dans ces temps plus heureux où l'on abandonnoit aux chiens les os qu'on vend aujourd'hui dans les boucheries, qu'un curé de normandie les faiſoit ramaſſer avec ſoin & en tiroit une nourriture ſucculente pour les malheureux de ſa paroiſſe. Pour cela il ſe ſervoit de la machine dont il eſt ici queſtion.

Cette machine connue en phyſique, ſous le nom de *digeſteur* ou de *marmite de Papin*, eſt un vaiſſeau de cuivre fort épais & bien étamé en dedans. Mieux vaudroit qu'il fût de fonte. Il ſe ferme avec un couvercle ajuſté ſur ſon ouverture, avec le même ſoin

qu'on ajuste la clef d'un robinet, & retenu en place par une vis de pression qui traverse une grosse bride de fer, dont le vaisseau est entouré.

On le remplit d'eau jusqu'aux deux tiers ou environ de sa capacité, & on met dedans des os décharnés. Mieux vaudroit qu'ils ne touchassent point au fond ou au parois du vaisseau, mais qu'ils fussent suspendus à son couvercle, & de manière qu'ils plongeassent dans l'eau, dans laquelle on jette quelques grains de sel. Cela fait on ferme exactement la marmite, & on la met dans un vaisseau cylindrique de fer, dans lequel elle doit être entourée de charbons allumés.

Ce vaisseau chauffe fortement; l'eau y bout promptement & s'y réduit en

vapeur. Ces vapeurs pénètrent la ſubſtance des os & en extraient la partie nutritive, qui ſe mêle à l'eau, & forme avec cela un bouillon ſucculent. Il ne reſte aux os que leur partie terreuſe, & quand on les retire, ils ſont friables, & leur couleur eſt d'un blanc mat.

Tout l'art conſiſte à ne point laiſſer chauffer trop long-temps la marmite; ce qui donneroit un goût de brûlé au bouillon, ou un goût d'*empyreume* très-déſagréable. Pour cela il faut la veiller & ne la laiſſer chauffer qu'au point qu'une goutte d'eau étant jetée ſur ſon couvercle, elle s'évapore dans l'eſpace de deux à trois ſecondes. Il eſt cependant important de prévenir ici le lecteur que cette machine exige

une grande solidité, & qu'on ne peut choisir un artiste trop intelligent pour la construire de manière à ce qu'elle soit à l'abri de tout accident.

Nous l'avons déja dit, & nous ne pouvons trop le répéter : une masse d'eau réduite en vapeur est une puissance très-formidable, une puissance capable des plus grands efforts, & qu'on ne doit employer qu'avec beaucoup de précautions.

Cependant pour satisfaire la curiosité du lecteur, & lui en présenter quelques effets dont il n'ait rien à redouter, je lui parlerai des suivans ; & d'abord de ces petites ampoules de verre, en partie remplies d'eau, ou de quelque liqueur colorée, & dont la queue est fermée hermétiquement.

On les plonge par cette queue dans une bougie le long de sa mêche allumée, & de façon que l'ampoule réponde à la lumière. La liqueur qui y est renfermée ne tarde point à bouillir & à se réduire en vapeur. Dès que celles-ci sont assez abondantes, & que leur ressort est assez tendu, elles brisent l'ampoule avec éclat; & elles éteignent la lumière.

Veut-on rendre leur effet plus sensible? au lieu de les mettre à la bougie, on jette plusieurs de ces petards dans le feu, & mieux encore dans un réchaud rempli de charbons allumés. Plusieurs font explosion en même temps, ou si promptement les uns après les autres, que cette explosion en devient beaucoup plus consi-

dérable ; mais il ne feroît point prudent de fe tenir trop près du foyer de l'opération, parce que les charbons font fouvent repouffés & jetés à quelques diftances.

Une autre expérience plus agréable que la précédente, & dont l'effet dépend de la même caufe, de la dilatation de la vapeur, c'eft celle de *l'éolipyle*.

Cette machine eft affez communément un vaiffeau de cuivre mince fait en forme d'une poire creufe, & dont la queue eft percée d'un très-petit trou. On remplit d'eau prefqu'entiérement ce vaiffeau, par un procédé que j'indiquerai dans un moment, & enfuite on le fait chauffer fur un réchaud de charbons allumés, jufqu'a ce qu'il

en ſorte des vapeurs fort abondantes. Alors on le retourne ſur le feu de manière que la queue ſoit en l'air, & que les vapeurs, amaſſées dans le vaiſſeau ſe portent vers ſon fond. Ces vapeurs, qui font effort pour ſe mettre au large, pouſſent devant elles un jet d'eau, qui décrit un arc plus ou moins grand, ou s'élève perpendiculairement à une hauteur plus ou moins grande, ſelon la poſition du vaiſſeau & la quantité de vapeurs amaſſées au-dedans.

Pour rendre cette expérience plus amuſante, je préfère une éolipyle de verre. C'eſt une boule ſoufflée à laquelle on a adapté, d'un côté, une queue de même matière fermée hermétiquement, & à l'aide de laquelle

on peut la manier commodément: Du côté opposé elle porte un bec un peu courbe tiré à la lampe de l'émailleur, & ouvert d'un trou extrêmement petit.

Pour remplir ce vaisseau on le fait chauffer modérement sur la lumière d'une bougie, ou mieux sur la flamme d'une lampe à l'esprit de vin, qui ne l'enfume point. Cela fait, on plonge son bec dans un verre rempli de la liqueur qu'on veut y introduire. Je préfère l'esprit de vin à toute autre espèce de liqueur, & dans un moment on en comprendra la raison.

Lorsque quelques gouttes de cette liqueur s'y sont introduites, on la fait chauffer de nouveau, afin de réduire ces gouttes en vapeurs. Celles-

ci étant abondamment formées, & au point de remplir toute la capacité de la boule, & de se porter au dehors avec une certaine véhémence, on plonge de nouveau le bec de l'instrument dans de l'esprit de vin, dont il se remplit brusquement. Il ne faut cependant l'en laisser remplir qu'aux deux tiers, ou environ, de sa capacité.

Alors on fait chauffer le vaisseau jusqu'à ce que la liqueur bouille à gros bouillons, ayant soin de le tenir de manière que les vapeurs qui s'en échappent se portent de bas en haut. Dès quelles sortent avec abondance, on le retourne de manière qu'elles se trouvent renfermées entre le fond de l'éolipyle & la liqueur. Là, elles font effort en tous sens & poussent devant

elles la liqueur qui s'oppose à leur expansion. A ce moment on présente au bec de l'éolipyle une bougie allumée; le jet s'allume, & au lieu d'un jet de liqueur, on a un superbe jet de feu, qui s'étend jusqu'à vingt pieds de distance & plus.

Nous nous sommes un peu étendus, contre notre usage, sur la manière de faire cette expérience, parce qu'elle est aussi agréable que facile à faire, & que quelques-uns de nos lecteurs pourront se procurer le plaisir de la répéter. On trouvera chez M. *Rouland*, dont nous avons déja eu occasion de parler plusieurs fois, un fort joli modèle de lampe à l'esprit de vin propre à faire cette expérience & plusieurs autres encore.

Nous croyons devoir raſſurer ceux de nos lecteurs qui craindroient quelqu'accident de la part de ce jet de flamme. Si on ne le laiſſe point tomber ſur des ſubſtances très-combuſtibles, il ne peut cauſer le moindre dommage. Un morceau de toile bien bordé, & ſans filamens qui s'échappent quelquefois d'un linge uſé, peut être plongé dans de l'eſprit de vin & enſuite allumé ſans prendre feu, pourvu qu'on ait ſoin de le bien étendre & d'en effacer tous les plis, pour qu'il n'y ait point de parties qui ſe trouvent appliquées les unes ſur les autres.

On ſe tromperoit très-fort ſi on imaginoit que dans cette expérience & dans toute autre ſemblable toute l'action de la vapeur ſe porte ſur la

liqueur qu'elle pouſſe au dehors. Elle n'agit pas moins fortement contre le fond du vaiſſeau, & c'eſt une loi conſtante que toute vapeur ſe dilate également & auſſi fortement en toute ſorte de ſens.

De-là on comprend qu'une charge de poudre allumée entre la culaſſe d'un canon & le boulet, ou entre celle d'un mouſquet & la balle, doit repouſſer en arrière l'arme dans laquelle on l'allume, & produire ce qu'on appelle le recul des armes à feu.

Mais pourquoi, nous demandera-t-on peut-être, l'arme ne ſe porte-t-elle point en arrière, & à une diſtance conſidérable ? la raiſon de ce phénomène ſe préſente naturellement à l'eſprit. La même force agit

bien également en arrière comme en avant; mais elle agit ſur deux maſſes bien différentes, la plus foible doit donc néceſſairement lui céder davantage. De là le boulet & la balle partent avec une vîteſſe extraordinaire, tandis que le mouſquet repouſſe ſeulement, plus ou moins fortement, l'épaule contre laquelle il eſt appuyé, & que l'affut du canon recule d'une quantité fort notable, s'il n'eſt aſſez fortement arrêté.

Je pourrois conſtater cette vérité par des faits qui la mettroient dans toute ſon évidence; mais cette digreſſion ſeroit fort étrangère à l'objet de mon travail & très-déplacée dans cet ouvrage. Je demande même grâce au lecteur de lui avoir mis un

instant ſous les yeux un objet dont le nom ſeul eſt capable d'irriter ſa ſenſibilité, & je paſſe à la troiſième Section de ce Chapitre.

SECTION TROISIÈME.

De l'eau conſidérée comme glace.

Pénétrée par le feu qui écarte ſes parties, l'eau ſe réduit en vapeurs, & ces vapeurs ſont une puiſſance extraordinaire dont l'homme peut diſpoſer avantageuſement en pluſieurs circonſtances, & même nous l'avons démontré dans la Section précédente. Saiſie par le froid, l'eau ſe convertit en glace, & cette glace eſt encore une puiſſance dont les effets, non

moins surprenans ne le cèdent que de peu à ceux de l'eau réduite en vapeurs. Je ne citerai que les plus connus, & ils seront suffisans pour nous convaincre de cette vérité.

Quelle force, en effet, que celle qui fend un gros chêne, ou tout autre de la même force, & le fend avec un éclat qui se fait entendre de fort loin, lorsque la gelée vient saisir la sève dont ses canaux sont remplis ! quelle force que celle qui fait éclater & avec une explosion terrible une grosse poutre humide dans son intérieur, comme il n'arrive que trop fréquemment pendant la rigueur du froid ! quelle force la terre acquiert, lorsqu'elle se géle jusqu'à une certaine profondeur ; alors elle

soulève

ſoulève les ſeuils des portes & les maiſons même, elle fend les rochers, & ouvre à l'inſtant de vaſtes cavités dans leur ſein.

Ne citerois-je que l'expérience faite anciennement par M. *Hugghens*, elle ſeule ſuffiroit pour nous convaincre qu'en ſe dilatant la glace devient une puiſſance formidable. Ce ſavant phyſicien ayant exactement bouché un canon de fuſil qu'il avoit rempli d'eau, l'expoſa à la rigueur d'un froid aſſez piquant; l'eau ſe glaça, & la glace, en ſe dilatant, fendit le canon avec exploſion.

Quelle eſt donc la cauſe qui procure à la glace une force expanſive auſſi étonnante? c'eſt ce qu'on ne peut expliquer encore d'une manière

ſatisfaiſante. Dire, en effet, avec M. de *Mairan* & pluſieurs autres habiles phyſiciens, que cette force réſide dans l'air intercepté entre les parties intégrantes de l'eau, au moment où elle ſe glace, dans l'effort qu'il fait pour ſe mettre au large, & forcer la priſon dans laquelle il eſt comme enchaîné, c'eſt peut-être bien une des cauſes de ce phénomène, mais ſeule & telle qu'on la préſente, elle eſt fort éloignée de répondre à l'intenſité de l'effet.

Je n'ignore point qu'il ſe trouve dans la glace une multitude de petites bulles d'air éparſes & diſſéminées entre ſes parties, & je n'ignore point non plus que d'un jour à l'autre, ces bulles ſe dilatent &

acquièrent plus de volume : mais qu'est-ce que cet effort en comparaison de ceux dont je viens de faire mention ? tout ce que je puis conclure de plus certain, à l'aspect de cette augmentation de volume dans l'air interposé, c'est qu'un morceau de glace doit être spécifiquement moins pesant que l'eau dont il est formé, & l'expérience confirme cette assertion ; elle nous apprend que la pesanteur de la glace, comparée à celle d'un semblable volume d'eau, est dans le rapport de 8 à 9.

Si la glace produit de très-grands efforts, elle résiste également à ceux qu'on peut faire contre elle, lorsqu'elle a acquis une certaine épaisseur. Ici les faits parlent encore, &

nous étonnent. Qui ne feroit en effet étonné de lire dans l'hiſtoire de l'académie des ſciences de Paris qu'en 1683, la glace qui couvroit la Tamiſe avoit onze pouces d'épaiſſeur, & qu'on alloit en carroſſe deſſus.

D'après ce fait auſſi bien conſtaté qu'on le puiſſe déſirer, on ne doit point être ſurpris de lire dans l'ouvrage d'*Olaus magnus*, qu'en Suède & en Danemarck, une glace de deux doigts d'épaiſſeur peut porter un homme, une de trois doigts, un cavalier armé, & qu'il ne lui faut que quatre à cinq pouces d'épaiſſeur, pour être en état de porter une compagnie nombreuſe.

Je trouve encore une preuve auſſi frappante de la réſiſtance de ce corps,

dans la description d'un palais de glace, élevé en 1740, à Pétersbourg. Voici ce qu'on lit dans la traduction que M. Leroy nous a donnée de cette belle description faite par M. *Graf.*

Pendant l'hyver de 1740, qui fut très-rigoureux, particulièrement en Russie, où le froid fut plus grand qu'en 1709, on construisit à Péterſbourg un palais de glace de cinquante-deux pieds & demi de longueur, sur seize & demi de largeur & vingt de hauteur, sans que le poids des parties supérieures & du comble, qui étoit aussi de glace, parut endommager le pied de l'édifice; ses murs avoient deux à trois pieds d'épaisseur.

Les blocs de glace qu'on y employa avoient été taillés avec soin, embellis d'ornemens, & on les posa selon les règles de la plus élégante architecture. On les avoit tirés de la *Nerwa*.

Pour augmenter la merveille, ajoute M. *Graaf*, on plaça au devant du palais six canons de glace, faits sur le tour, avec leurs affuts, & leurs roues pareillement de glace, & deux mortiers à bombes, dans la même proportion que ceux de fonte. Les pièces de canon étoient du calibre de celles qui portent ordinairement trois livres de poudre.

On ne les chargea cependant que d'un quarteron, & on y fit couler ensuite des boulets d'étoupes,

de fer, & même de fonte. L'épreuve en fut faite, en présence de la cour, & le boulet de l'une de ces pièces, perça une planche de deux pouces d'épaisseur à la distance de soixante pas, sans que le canon en souffrît le moindre dommage.

Il en est de la glace comme de la neige, qui est une espèce de glace. L'une & l'autre s'évaporent sensiblement, quoique le froid subsiste au même degré, & même quoiqu'il devienne plus fort & plus piquant. C'est un fait généralement connu, & sur lequel il est inutile d'insister.

Mais un autre phénomène plus important à expliquer ici, en ce qu'il paroît contrarier le précédent, c'est la conservation de la glace entassée

dans une glacière, où la température de l'air, lorſqu'on l'y apporte, eſt ordinairement plus chaude que celle à laquelle la glace ſe fond communément en plein air. M. *Romé-Deliſle* en donne une explication très-ſatisfaiſante, dans ſon ouvrage intitulé : *l'action du feu central démontré nul à la ſurface du globe*, & c'eſt cette explication que je vais préſenter.

Au moment où l'on tranſporte la glace dans la glacière, la température de cette glace eſt plus froide que celle qui occaſionne la congélation de l'eau ; c'eſt un fait trop généralement connu, pour qu'on puiſſe le révoquer en doute. Cela poſé, cette glace abſorbe quelques degrés de la chaleur régnante dans

la glacière, sans que cette absorption provoque sa fusion.

Cependant la température de l'air environnant diminue à proportion, & l'excès de chaleur qu'il conserve au dessus du terme de la glace, se borne à en attaquer sa superficie, & à la faire fondre. La glace se fond donc alors superficiellement, & l'eau qui en provient s'écoule & se perd dans un puisard fait exprès pour la recevoir, tandis que le bloc de glace continuant à absorber de nouveaux degrés de chaleur, amène insensiblement celle de la glacière à la sienne propre & dans laquelle elle peut se conserver long-temps.

Cette explication très-méchanique s'accorde on ne peut mieux avec une

observation qu'on lit dans le cours de physique de *Musembroeck*, & que j'ai eu occasion de vérifier plus d'une fois. La voici.

Bien qu'il soit naturel d'imaginer que de la glace exposée à une température d'un seul degré au-dessus de celle à laquelle elle se forme, doive se fondre, ce qui arrive assez ordinairement, cependant ce phénomène souffre des exceptions, & plus d'une fois j'ai vu de la glace subsister au sein d'une masse d'air, dont la température étoit de quatre degrés.

Il est donc des circonstances où une chaleur de quelques degrés ne suffit cependant point pour fondre de la glace. Le froid seul suffit-il pour la former? suffit-il que la température

de l'air soit réduite à zéro, selon l'échelle de *Réaumur*, pour que de l'eau, exposée à cette température, perde sa liquidité & se convertisse en glace? C'est une autre question agitée depuis long-temps en physique, & sur laquelle les sentimens sont partagés. Nous ferons grâce au lecteur d'une dispute qui n'auroit peut-être rien d'intéressant pour lui, & nous ne lui présenterons que l'opinion qui nous paroît la plus probable.

Dans cette opinion, on prétend que la glace n'est que l'effet du rapprochement des parties de l'eau occasionné par la retraite de la matière ignée interposée entre les molécules de ce fluide. Tant, dit-on, que

cette matière y demeure interposée, elle les écarte les unes des autres, entretient leur mobilité respective, & conserve la liquidité de la masse.

Vient-elle à s'échapper jusqu'à un certain point, alors l'attraction entre les molécules de l'eau reprend ses droits, les maitrise, les rapproche, les unit, & les retient unies.

Si l'on demande quelle est la cause qui oblige la matière ignée à se dissiper ainsi ? la réponse se présente naturellement à l'esprit. C'est le froid qui survient dans l'athmosphère, & comment cela ? le voici.

Point de fluide qui ait plus de tendance que le feu, à se mettre en équilibre dans les corps environnans; de là, dès que l'athmosphère contient moins

moins de feu que l'eau qui eſt encore liquide ; une portion du ſien l'abandonne, & ſe jette dans l'athmoſphère. Or, comme cette circulation a lieu tant que l'équilibre n'eſt point établi entre ces deux liquides, il arrive un moment où l'eau n'en contient plus aſſez pour conſerver ſa liquidité, & elle ſe convertit en glace.

Pour confirmer cette opinion, il ne s'agit que de conſidérer ce qui ſe paſſe dans la fabrique des glaces artificielles; ces glaces qui font les délices d'une table bien ſervie, & ſont ſouvent le remède le plus ſimple & le plus propre à donner du reſſort aux fibres relâchées de l'eſtomac, & à réparer les forces digeſtives. J'en

parle par expérience, & conséquemment avec connoissance de cause.

Mon dessein n'est point de donner des leçons aux gens de l'art, de leur apprendre de quelle manière ils doivent s'y prendre pour faire un fromage à la glace, ou toute autre pièce de ce genre. Ici la théorie le cède à la pratique; mais pour peu que le lecteur ait du goût pour celle-ci, il en prendra pour l'autre, & me saura gré de lui faire connoître les principes généraux d'un art qui flatte agréablement son palais, & jette le plus grand jour sur l'opinion que je viens d'exposer.

Pour glacer donc une liqueur quelconque & lui faire prendre différentes formes, il faut l'entourer d'un corps

qui ſoit plus froid que la glace; ſans cela, la matière ignée qui abandonneroit la liqueur, pour ſe jeter dans le corps environnant, parviendroit à ſon état d'équilibre, avant que cette liqueur eut atteint la température de la glace, & alors elle ne ſe congéleroit point. C'eſt donc une condition indiſpenſable, que le corps environnant ſoit plus froid que la glace.

Que fait-on pour cela? le voici. On fait un mélange de glace pilée avec une certaine quantité de ſel, & communément ce ſel eſt du ſalpêtre, & à meſure que ce mélange ſe fond, il ſe refroidit de pluſieurs degrés au-deſſous de la température de la glace; ce qui prouve qu'en ſe fondant, la glace abandonne une

certaine quantité de matière ignée qu'elle receloit encore. De fait, on ne peut douter qu'elle n'en contienne : je n'en veux d'autre preuve que l'expérience de *Boerhaave*, qui parvint à tirer des étincelles de deux morceaux de glace qu'il frappa rudement l'un contre l'autre.

En hâtant donc la fusion de la glace, par le moyen du sel qui la pénètre, on lui fait abandonner une portion de la matière ignée qu'elle contenoit, & on la rend plus froide qu'elle ne l'étoit. De là, si on plonge dans ce mélange un vaisseau fort mince, rempli d'une liqueur quelconque, cette liqueur s'y refroidit assez pour se geler. Je n'en excepte aucune, pas même les liqueurs spiri-

tueuses qui ont moins de disposition à la congélation ; que le mélange soit assez froid & on parviendra à les geler.

Pour que ce mélange acquère beaucoup plus de froid, au lieu de mêler du sel avec de la glace pilée, on verse sur celle-ci de l'esprit de nitre, & on obtient un froid bien plus piquant. Ce fut par ce procédé que les membres de l'académie de Saint-Péterſbourg parvinrent à faire geler du mercure, & à le rendre malléable.

Ils profitèrent d'un froid excessif qui se fit sentir le 25 décembre 1759, le thermomètre de M. *Delisle*, dont ils faisoient usage, étoit à 199 degrés, ce qui répond au 29e degré au-dess-

ſous de zéro du thermomètre de *Réaumur*. Ils versèrent de l'eſprit de nitre ſur de la neige, & le mélange devint ſi froid que le mercure ſe congela dans la boule du thermomètre ; alors il étoit deſcendu au 125ᵉ degré, ſelon l'échelle de *Réaumur*.

S'il ne faut point, à beaucoup près, un froid auſſi conſidérable pour geler toute autre eſpèce de liqueur, toujours faut-il qu'il ſoit plus grand pour geler une liqueur ſpiritueuſe que pour geler une liqueur aqueuſe, & il en faut auſſi davantage pour geler une liqueur de cette dernière eſpèce, lorſqu'elle eſt ſucrée ou ſalée, que lorſqu'elle ne l'eſt pas.

Ici ſe préſente une queſtion à la-

quelle on répond facilement. C'eſt un fait qu'en mettant du ſucre ou du ſel dans de l'eau, on la rend plus froide ; comment ſe fait-il donc qu'elle ſe gèle plus difficilement, & que la glace qui en provient ſoit moins ſolide ?

Point de diſſertation qui ne ſoit reſpective, je veux dire que le diſſolvant & le corps à diſſoudre ſe pénètrent & ſe diſſolvent reſpectivement' or en ſe diſſolvant, ils abandonnent l'un & l'autre une certaine quantité de leur matière ignée ; du ſucre, ou du ſel mis dans l'eau doit donc la refroidir ; mais l'interpoſition du corps étranger s'oppoſe à la réunion des parties de l'eau, & conſéquemment la rend plus difficile à geler,

& la glace doit être moins compacte, lorsqu'elle est gelée, puisque les parties de cette glace se touchent moins intimement.

Les crêmes & généralement toutes les liqueurs qu'on glace dans les offices ne peuvent donc avoir, à beaucoup près, la consistance de la glace ordinaire. On pourroit cependant leur en donner plus qu'elles n'en ont ordinairement, soit en substituant le sel ammoniac au salpêtre dont on se sert communément, soit en mettant le mélange, au moment où on le fait, sur un réchaud de feu. Ceci paroît sans doute un paradoxe; mais ce paradoxe est une vérité fondée sur l'expérience.

Il est de fait qu'un mélange de

glace & de sel acquiert d'autant plus de froid, que la glace dont il est composé se fond plus promptement. Tout ce qui pourra donc hâter la fusion de cette glace augmentera l'intensité du froid. De là il est évident que, sur un réchaud de feu, la glace s'y fondra plus promptement: mais aussi faudra-t-il avoir soin de retirer le vaisseau avant que la glace soit entièrement fondue.

APPENDICE

Des Météores aqueux.

CES sortes de météores sont en très-grand nombre : nous ne parlerons que des principaux, qui sont

le *brouillard*, les *nuées*, la *rosée*, la *pluie*, le *frimat* ou le *givre*, la *neige* ou la *grêle*.

Du Brouillard.

Le *brouillard* est ordinairement une vapeur aqueuse qui s'élève de terre & obscurcit plus ou moins l'air.

Composé seulement de parties aqueuses, il est sans odeur, & ne porte rien avec lui qui soit nuisible à la santé de l'homme ni à celle des animaux; mais s'il est accompagné d'une mauvaise odeur, il contient des exhalaisons dangereuses, dont on ne peut se garantir avec trop de soin.

Il s'élève assez fréquemment en certaines contrées, & dans les années pluvieuses, une espèce de brouillard

gras, qu'on appelle *nielle*. Ce brouillard endommage les grains & sur-tout les seigles. Il est très-mal-sain de le respirer, & plus mal sain encore de manger les grains qui en sont attaqués. Ils portent dans le sang le germe de différentes maladies, sur lesquelles plusieurs savans médecins nous ont donné des connoissances intéressantes.

Ce météore ne paroît, ou ne peut subsister que par un temps calme & tranquille, car le moindre vent le dissipe; mais si le vent souffle de différens côtés, il rassemble souvent plusieurs brouillards vers un même lieu, & il les condense au point qu'ils se convertissent en une pluie fine.

Les brouillards paroissent assez ordi-

nairement vers le soir, lorsque la terre a été fort échauffée par les rayons du soleil, & que l'air s'est refroidi après le coucher de cet astre. Ils sont moins fréquens pendant l'été que pendant l'automne & le printemps, parce que, dans ces deux saisons, il y a plus de différence entre la chaleur du jour & le froid du soir que pendant l'été.

On en voit aussi le matin, au lever du soleil, parce qu'alors l'air est échauffé & raréfié avant que les vapeurs qui se sont élevées pendant la nuit aient eu le temps de se distribuer dans l'athmosphère. Elles se précipitent donc alors vers la surface de la terre, & elles affoiblissent tellement la clarté des rayons du soleil,

qu'on peut fixer cet aſtre ſans aucun préjudice pour la vue.

Plus épais, les brouillards occaſionnent une plus grande obſcurité. Il en parut un de cette eſpèce à Paris en 1770. Il dura toute la journée, & il étoit tellement épais, qu'il étoit impoſſible de diſtinguer dans une rue une perſonne auprès de laquelle on étoit, & avec laquelle on converſoit.

Des Nuées.

Les *nuées* ſont un amas de vapeurs & de brouillards élevés & ſuſpendus dans l'athmoſphère.

Un obſervateur placé ſur le ſommet d'une montagne fort élevée, d'où il conſidère les nuées qui ſont au-deſſous de lui, s'imagine voir un

amas de coton ; mais s'il descend jusqu'à l'endroit où elles sont suspendues, il ne voit plus que du brouillard.

Elevées à différentes hauteurs, on en voit souvent plusieurs disposées les unes au-dessus des autres, ce qui vient dans la différence entre leur pesanteur spécifique, de quelque cause qu'elle procède.

Mais jusqu'à quelle hauteur s'élèvent-elles ? C'est ce qu'on ne peut déterminer d'une manière certaine. Ce qu'on peut assurer, c'est qu'il y en a plusieurs qui sont plus élevées que le sommet des plus hautes montagnes. Le pic de Teneriffe, par exemple, dont la hauteur est de 2566 toises, est souvent entouré d'une nuée. L

ſommet du Mont Chimboraco au Pérou, élevé de 3217 toiſes au-deſſus du niveau de la mer, eſt perpétuellement couvert de neige. Or cette neige ne peut y tomber que de quelques nuées qui ſont au-deſſus.

M. *Bouguer* atteſte qu'il en a vu à la diſtance de 300 & de 400 toiſes au deſſus du ſommet de cette montagne.

A quelque hauteur qu'elles ſoient, les nuées changent continuellement de grandeur & de figure ; ce qui vient de ce que l'air dans lequel elles flottent n'eſt jamais calme. Elles ſont facilement emportées par les vents dont elles ſuivent la direction, & on en a vu qui parcouroient juſqu'à ſix & même ſept milles de France dans l'eſpace d'une heure.

Elles paroiſſent de diverſes couleurs ; ce qui dépend des rayons lumineux qu'elles réfractent ; mais elles ſont blanches lorſqu'elles laiſſent paſſer ces rayons ſans leur faire ſubir de réfraction, ce qui dépend de leur poſition par rapport à l'incidence des rayons lumineux.

Ce feroit un magnifique problême à réſoudre que de déterminer exactement le poids d'une nuée. Il ne s'agiroit pour cela que de connoître la denſité de la région de l'air dans laquelle elle eſt ſuſpendue, & le rapport de la maſſe d'air à la maſſe du brouillard qui conſtitue la nuée.

En ſuppoſant ce rapport de 10 à 1, & en ſuppoſant que le poids d'un pied cube de cette maſſe d'air ſoit

de 694 grains, *Mussenbroeck* a demontré qu'une nuée de 6000 pieds de longueur, d'autant de largeur, & de 1000 pieds de profondeur, pèse 2, 498, 400, 000, 000 grains, ou un peu plus de 323, 782, 290 livres; mais ce calcul fait sur une supposition gratuite, ne peut être regardé que comme un calcul d'imagination. Je passe donc à un objet plus certain & plus intéressant, je vais dire un mot de l'usage des nuées.

1°. Elles transportent la matière de la pluie dans diverses contrées & régions de l'athmosphère, & lorsqu'elles se convertissent en pluie, elles fournissent aux plantes leur nourriture, ou au moins un véhicule convenable à cette nourriture. Sans se convertir

même en pluie, elles humectent la terre, & c'est la raison pour laquelle ceux qui voyagent sur les Alpes, & en général sur des montagnes très-élevées, y trouvent que le terrain, qui est assez élevé pour être plongé dans les nuées, est beaucoup plus humide qu'ailleurs.

Ce phénomène se fait sur-tout remarquer dans l'île de *Saint-Thomas*, où il ne pleut jamais. Mais au milieu de cette île est une montagne très-élevée couverte d'arbres continuellement enveloppés de nuées. Or ces nuées pénètrent le sol de cette montagne, & l'humectent tellement, qu'il en coule de petits ruisseaux suffisans pour arroser les plaines & les campagnes.

2°. Les nuées nous garantiſſent de la trop grande ardeur du ſoleil, & par ce moyen, les plantes ont le temps de préparer & d'élaborer les ſucs qui les nourriſſent.

3°. Les nuées paroiſſent être auſſi une des principales cauſes des vents libres. Formées de différentes exhalaiſons qui ſe mêlent, fomentent & ſe développent en tout ſens, elles agitent l'air & excitent des vents.

Si nous nous arrêtons ici ce n'eſt pas faute de matière ; mais nous paſſerions de beaucoup les bornes dans leſquelles nous ſommes obligés de nous renfermer, ſi nous expoſions plus en détail les différens uſages des nuées. D'ailleurs il eſt facile de les

découvrir en réfléchissant sur la nature de ce météore.

De la Rosée.

On appelle *rosée* différentes exhalaisons & vapeurs, que leur ténuité dérobe ordinairement à notre vue. En s'élevant dans l'athmosphère, ces exhalaisons prennent quelquefois la forme d'un brouillard, où elles tombent des régions supérieures sur la surface de notre globe.

Quelques-uns regardent comme de la rosée ces gouttes d'eau qu'on trouve le matin sur les feuilles des plantes exposées en plein air; mais ces gouttes ne sont autre chose que le produit de leur transpiration insensible, & je

le prouve par deux faits inconteſtables.

Le premier m'apprend que ces gouttes ont toutes des qualités différentes, & relatives à la conſtitution des plantes ſur leſquelles on les ramaſſe.

Le ſecond, que voici, n'eſt pas moins concluant; ſi au lieu d'être expoſées à l'air, les plantes ſont renfermées ſous des cloches de verre, & leur tiges enveloppées de lames de plomb, ou de cire, & de manière à ce que les exhalaiſons de la terre ne puiſſent s'élever ſous ces cloches, ces plantes ſont, le lendemain, plus abondamment couvertes de ces gouttes, qu'elles ne l'euſſent été ſi elles étoient demeurées en plein air.

Pour prouver maintenant que la

rosée s'élève de terre, voici une expérience facile à faire. Qu'on dispose des lames de verre les unes au-dessus des autres à différentes hauteurs, & parallèlement à la surface de la terre, & le lendemain on les trouvera toutes couvertes de rosée, mais seulement leurs surfaces inférieures, celles qui sont tournées vers la terre, & plus abondamment celles qui seront plus proches de la terre que les autres.

Cette expérience ne réussiroit point également bien par-tout; car il est des endroits où la rosée tombe aussi-bien du ciel qu'elle s'élève de terre. C'est ce qu'on remarque à Leyde, à Utrecht & en plusieurs autres endroits; mais toujours est-il certain qu'elle s'élève plus abondamment & plus

généralement de terre, & c'est à cette espèce de rosée que je m'arrête.

Et d'abord j'observe qu'elle doit avoir différens caractères selon la nature du sol, du terrain dont elle s'élève. Je ne suis donc point surpris du peu d'accord que je remarque entre les résultats des analyses que plusieurs savans chymistes ont faites de la rosée recueillie en différens endroits du globe.

On ne peut déterminer exactement la quantité de rosée qui s'élève pendant une nuit, & encore moins celle qui s'élève dans un endroit pendant le cours d'une année, parce que les vents qui surviennent l'emportent & la transportent d'un endroit à un autre, & que souvent la pluie qui

tombe la précipite avec elle. Ce qu'on peut assurer de plus certain à cet égard, c'est que la rosée est plus abondante après la pluie que pendant un temps de sécheresse, surtout si cette sécheresse dure depuis plusieurs jours. Elle est plus abondante encore dans les endroits où le terrain est humide, que dans ceux où il est sec. Plusieurs autres causes concourent à varier la quantité de rosée dans un même endroit.

Il est difficile de distinguer la rosée du brouillard, l'une & l'autre étant composés de vapeurs aqueuses & de différentes exhalaisons. Cependant on remarque assez généralement que la rosée ne s'attache qu'à certains corps, tandis que le brouillard

s'attache indiſtinctement à tous.

L'uſage de la roſée eſt d'humecter & de nourrir les plantes. En s'élevant de la terre, elle les entoure, & ſe préſente aux parties nerveuſes de leurs feuilles. Là elles rencontrent des pores abſorbans ouverts qui s'en ſaiſiſſent & la pompent pour ainſi dire. Elle paſſe donc dans la texture intime des plantes, & leur porte une nourriture dont elles ont beſoin.

De là on conçoit comment les plantes attachées à des rochers peuvent végéter & croître : on conçoit pareillement comment celles qui ſe trouvent dans des contrées où il ne pleut point végètent également bien. Le terrain de ces ſortes de contrées eſt un terrain ſablonneux, poreux & fort hu-

mide en dessous. Il s'y élève donc une très-grande quantité de rosée, qui monte d'une très-grande profondeur au-dessous de la surface extérieure du sol, & cette rosée, qui est très-abondante pendant les nuits, entoure les plantes, les pénètre, & supplée à la disette de la pluie.

De la Pluie.

La *pluie* est un amas de gouttes d'eau qui tombent en différens temps de l'athmosphère sur la surface de la terre. Considérons d'abord comment elles se forment.

En parlant précédemment des nuées nous avons dit qu'elles sont composées de petites molécules aqueuses, séparées les unes des autres, & suf-

pendues dans l'air. Si donc ces molécules viennent à se rapprocher, par quelque cause que ce soit, elles formeront des gouttes plus ou moins grosses qui se précipiteront, lorsqu'elles le seront assez pour que leur pesanteur spécifique soit supérieure à celle de l'air ambiant.

Si chemin faisant, elles rencontrent d'autres gouttes auxquelles elles s'unissent, elles en deviendront plus grosses à proportion. De là cette variété que nous observons dans la grosseur de celles qui parviennent jusqu'à nous.

Lorsque la pluie est sur le point de tomber, on voit plusieurs nuées blanches qui flottent dans le ciel, où elles sont éparses. Ces nuées s'ap-

prochent les unes des autres, & par leur concours, elles forment une ſeule nuée, qui couvre ſouvent toute l'étendue de l'horiſon. Peu à peu on les voit ſe condenſer, deſcendre, & perdre de leur blancheur. Alors elles abſorbent une portion de la lumière du ſoleil, paroiſſent exhaler vers nous une eſpèce de fumée, qui eſt bientôt ſuivie de l'eau qu'elles nous envoient.

Plus les nuées ſont blanches, moins la pluie eſt abondante, & plus ſes gouttes ſont fines. Elle eſt au contraire très-abondante, & ſes gouttes plus groſſes, lorſque les nuées ſont noires.

Parmi les différentes cauſes qui nous procurent de la pluie, les vents

tiennent ſans contredit le premier rang. Ils en occaſionnent 1°. lorſqu'ils ſoufflent de haut en bas contre une nuée, parce qu'alors ils la compriment & raſſemblent les molécules aqueuſes qui la compoſent.

2°. Lorſqu'ils rencontrent des nuées de vapeurs qui s'élèvent de la mer, & qu'ils les chaſſent vers la terre, à la rencontre de quelques montagnes, & de quelques forêts contre leſquelles elles ſe condenſent. Auſſi remarque-t-on que les pays montagneux ſont plus expoſés à la pluie que les pays plats.

3°. Lorſque pluſieurs vents contraires ſoufflent contre une même nuée qu'ils compriment, on remarque particulièrement cet effet dans l'océan

éthiopique ; vis-à-vis de la Guinée, où les vents viennent se réunir de toutes parts ; ils y rassemblent des nuées qui se fondent en eau, & y versent des pluies extrêmement abondantes.

4°. Les forêts sont encore une des causes déterminantes de la pluie. La transpiration des arbres fournit une très-grande quantité de vapeurs qui forment des nuées, & ces nuées se résolvent en eau. Tant qu'elle fut couverte de forêts, la Suéde étoit inondée de pluies qui nuisoient à la fertilité de son terrain ; aujourd'hui qu'on a abattu une grande partie de ces forêts, ce pays est moins humide & plus fertile. Il en est de même des Antilles, depuis que les François &

les Espagnols en ont mis une partie à découvert.

Les pluies abondantes & les sécheresses extrêmes qui désolent alternativement les différentes contrées du globe ne règnent point en même temps sur toute sa surface. En 1751 les récoltes d'Angleterre furent perdues par la continuité de la pluie, & en Italie toutes les herbes potagères y périrent par un excès de sécheresse qu'on y éprouvoit dans le même temps.

On rend assez facilement raison de ce phénomène en considérant que la chaleur du soleil élève dans chaque pays une certaine quantité de vapeurs qui y forment des nuées. Si donc le vent vient à les transporter d'un pays

dans un autre, la sécheresse se ralentit dans le premier, & l'humidité dans l'autre, où les nuées qui y auront été apportées se réunissant à celles du pays, se condenseront toutes & se fondront en eau.

En traversant l'athmosphère, les pluies entraînent nécessairement avec elles quantité de corps étrangers qu'elles y trouvent suspendus. De là l'explication de ces pluies extraordinaires dont parlent plusieurs historiens. De là on comprend que l'air doit être plus pur & plus serein après la chute de la pluie.

Les usages de la pluie sont très-multipliés. Nous ne nous arrêterons qu'aux principaux.

1°. Elle sert à humecter, à ramol-

lir la terre desséchée & durcie par la chaleur du soleil.

2°. Elle purge l'air de quantité d'exhalaisons dangereuses à respirer, & nuisibles à l'économie végétale.

3°. Elle tempère ordinairement la chaleur de l'air, parce qu'elle vient d'une région plus froide que la couche d'air que nous respirons vers la surface de la terre.

4°. Elle forme en partie & elle entretient les eaux des puits, des fontaines & des rivières.

Du Frimat ou du Givre.

Le *frimat* ou le *givre*, autrement dit la *gelée blanche* est une espèce de glace, qui s'attache particuliérement aux plantes, aux poils des animaux,

& à plusieurs autres corps, sur-tout à ceux qui sont susceptibles d'attirer les vapeurs & de s'en laisser mouiller.

Celle qui adhère aux plantes doit son origine à la rosée qui transpire de leurs vaisseaux, pendant la nuit, & aux vapeurs qui s'élèvent de la terre. Saisies par le froid, ces particules aqueuses se glacent & produisent cette espèce de neige ou de glace, dont les plantes sont couvertes avant le lever du soleil.

La transpiration animale saisie par un froid très-piquant, se convertit pareillement en gelée blanche, & adhère, sous cette forme, aux poils des animaux. La même chose arrive à l'air humide que nous expirons : il se glace & forme du givre. Aussi voit-on,

pendant la rigueur du froid, les cheveux & la barbe des voyageurs, ainsi que les crins des chevaux couverts de givre.

Il se forme encore de la gelée blanche, lorsque les corps sont entourés d'un brouillard fort bas qui s'applique à leur surface, & qu'il survient un assez grand froid pour glacer les particules aqueuses de ce brouillard.

Le givre s'attache particulièrement aux vitres des maisons, parce que le verre attire fortement les vapeurs. Il y adhère extérieurement, lorsque l'air intérieur est plus froid que l'air du dehors. Dans ce cas les vapeurs portées contre la surface extérieure des vitres y demeurent adhérentes, & s'y gèlent à mesure que la matière

ignée les abandonne pour ſe porter au dedans de l'appartement. C'eſt le contraire lorſque l'air du dehors eſt plus froid que celui du dedans, les vapeurs de l'intérieur de l'appartement ſont portées & dépoſées contre les vitres, où la matière ignée les abandonne pour ſe jeter au dehors.

Le givre cauſe ſouvent de grands dommages, ſur-tout dans le printemps, lorſque les arbres ſont en fleurs. Il eſt très-dangereux, lorſqu'après un jour ſerein, pendant lequel les ſucs nourriciers ſe ſont élevés des racines au tronc, aux tiges & aux branches, & ſe ſont portés juſqu'aux fleurs, il ſurvient une nuit très-froide qui engendre du givre. Cette congélation briſe les étamines & les

pistils des fleurs, encore trop tendres pour résister à son action. Elle dilate les vaisseaux, les rompt & empêche la maturité de ces fleurs, ou elle les corrompt si elles sont en maturité. Le dommage est encore plus grand, si après une nuit, pendant laquelle il s'est formé une grande quantité de givre, il survient un jour serein. Alors la fonte subite de cette glace fait périr les parties des plantes qui en sont couvertes.

Il est certains pays qui ne sont point exposés à ce météore. Montpellier & tout le Bas-Languedoc sont dans ce cas; ce qui vient de ce que le froid y est rarement accompagné d'humidité & de brouillard. Ces pays sont naturellement secs, & l'air n'y est

humide que jusqu'à un certain degré ; encore faut-il pour cela que les vents de sud & de sud-est y transportent les vapeurs qui s'élèvent de la méditerranée, & ces vents, qui sont chauds, modèrent le froid & s'opposent à la génération du givre.

De la Neige.

Pour se former une idée juste de la génération de ce météore, rappelons-nous ce que nous avons dit de la pluie ; qu'elle est due à l'agrégation des vapeurs qui composent les nuées. Or, lorsque ces vapeurs rapprochées & réunies tombent par leur excès de pesanteur, & que chemin faisant, elles sont saisies par un froid suffisant pour les congeler, elles se convertissent

en petits filamens de glace ; ceux-ci, venant à ſe réunir enſuite, forment des flocons de différentes formes & de différente groſſeur, & ce ſont ces flocons qu'on appelle de la *neige*.

On en voit dont la forme eſt régulière & d'autres d'une forme irrégulière ; ce qui dépend de quelques circonſtances que nous n'examinerons point ici. En ſe fondant la neige fournit beaucoup d'eau ; mais toute eſpèce de neige n'en fournit pas la même quantité, & c'eſt une obſervation curieuſe, qui n'a point échappé à M. *de la Hire*, & dont on trouvera l'expoſé dans l'Hiſtoire de l'Académie des Sciences pour l'année 1712.

Lorſqu'il tombe beaucoup de neige dans un endroit, & que la gelée

continue, avec un temps ferein, cette neige s'évapore & s'affaiffe de plus en plus; mais ce qui paroitra plus furprenant, c'eft que dans les Alpes, toujours couvertes de neige, elle s'y fond plus abondamment, lorfque le temps eft couvert de nuages, & lorfqu'il fait chaud, que lorfque le ciel eft ferein, & que le foleil darde deffus fes rayons. On croit que cela vient de ce que les rayons du foleil étant réfléchis en grande partie par la neige, ils n'exercent point affez puiffamment leur action fur elle, pour la fondre auffi abondamment que le fait la matière ignée qui la pénètre lorfque le temps eft couvert.

C'eft une opinion, difons mieux, c'eft une erreur populaire de croire

qu'il ne neige point lorſque la gelée eſt forte, & cette erreur eſt réfutée par pluſieurs obſervations que fit *Muſſembroeck* en 1740, 1742, 1760, & quoiqu'il ſoit aſſez ordinaire que le froid ſe relâche, par la chûte de la neige, le même Phyſicien a obſervé pluſieurs fois le contraire.

C'eſt encore une erreur populaire de croire que la neige n'eſt jamais accompagnée de tonnerre : elle ſurvient à la vérité dans un temps où il eſt bien rare que le tonnerre ſe faſſe entendre ; mais il n'en eſt pas moins vrai pour cela que ces deux météores ſe réuniſſent quelquefois. Ce fut ce qui arriva à Montpellier le premier Janvier 1715 ; ce phénomène n'étoit point nouveau. On l'avoit déja obſervé

dans le ſiècle précédent à Senlis, à Châlons & en quelques autres villes voiſines ; il y tomboit une très-grande quantité de neige, tandis que le ciel étoit embraſé d'éclairs, & que l'air retentiſſoit de coups de tonnerre.

Il en eſt de la neige comme de la pluie. Elle ſemble affectionner de préférence certains endroits. C'eſt ce qu'on obſerve dans l'île de Fer, où l'on laiſſe les moutons dans les pâturages pendant l'hiver. Ils ſont quelquefois ſi couverts de neige, qu'on ceſſe de les voir, & qu'on ne les découvre qu'à l'aſpect d'une vapeur abondante qui s'en élève à travers la neige.

En 1729, il tomba ſubitement ſur les frontières de la Suède & de la Norwège une ſi grande quantité de

neige, que les maiſons près du village de Villaras en furent enſevelies, & que les habitans y périrent. Le même accident eſt arrivé en Siléſie & en Bohême, au rapport de *Wolf*. M. *de Maupertuis* parle de tempêtes de neige qui ſurviennent en Laponie, & qui ſont on ne peut plus dangereuſes. Le vent, dit-il, ſoufflant de toutes parts, tranſporte la neige avec une extrême impétuoſité, & en couvre les chemins. Cette neige, ajoute-t-il, aveugle les voyageurs, les écraſe & les fait périr.

Perſonne n'ignore qu'une boule de neige jetée ſur un toit, qui en eſt couvert, en ramaſſe à meſure qu'elle roule deſſus & qu'elle ſe groſſit à proportion; c'eſt ce qui arrive ſur les hautes montagnes. Il s'en détache une

petite quantité de leur ſommet : mais ce tas, très-petit dans ſon origine, s'accroît en roulant, & ſe groſſit tellement qu'il couvre & écraſe, par ſa chûte, les maiſons ſur leſquelles il tombe dans les vallées.

Si une maſſe de cette eſpèce tombe dans un fleuve, elle en arrête le cours, l'obſtrue & occaſionne de grandes inondations, ainſi qu'on l'a éprouvé plus d'une fois.

A raiſon de ſa blancheur la neige réfléchit la lumière, & cette lumière réfléchie fatigue ſingulièrement les yeux des voyageurs, qui ſont obligés de traverſer de longs pays couverts de neige. Au rapport de *Xénophon* pluſieurs ſoldats de l'armée de *Cyrus* furent attaqués d'inflammation aux

yeux, & quelques-uns d'eux perdirent même la vue, pour avoir marché pendant plusieurs jours à travers des montagnes couvertes de neige.

Quelles sont les propriétés de ce météore, & les avantages qu'on en peut attendre ? Voici les principaux.

1°. La neige couvre & défend des injures de la gelée, qui se fait sentir pendant l'hiver, les herbes, les boutons des arbres survenus pendant l'automne, & qui commencent à pousser. Elle conserve également la racine de plusieurs plantes, les oignons, & généralement tous les grains qu'on a semés au commencement de l'hiver, & qui commencent à germer. L'eau qu'elle produit & qui pénètre les premières couches de la terre concourt à

ſa fertilité, à raiſon de quelques principes étrangers qu'elle contient.

2°. L'eau qui provient de la fonte des neiges contribue à l'entretien des fontaines, des rivières & des fleuves. Quelquefois elle eſt ſi abondante, qu'elle produit des inondations. On remarque en effet, aſſez généralement en Europe, que les rivières ſe gonflent vers les mois d'avril & de mai, par la fonte des neiges tombées ſur les hautes montagnes.

3°. Un des effets de la neige, qui mérite d'être obſervé, c'eſt l'obſtacle qu'elle oppoſe à la diſſipation des exhalaiſons qui s'éleveroient du ſein de la terre, ſi ſa ſurface étoit à découvert pendant l'hiver. C'eſt la raiſon pour laquelle il règne une grande

férénité dans les régions boréales. Non-seulement la neige y arrête ces exhalaifons, mais elle s'oppofe encore à la diffipation de la chaleur intérieure du globe, & empêche la gelée de la pénétrer.

4°. Elle fert de *garde-manger* aux habitans d'Irlande. Ils enterrent dans des monceaux de neige leurs poiffons & leurs viandes, & ils s'y confervent auffi-bien que dans une faumure, c'eft un fait que je rapporte fur le témoignage du Journal des Savans pour l'année 1675.

De la Grêle.

Quand on connoît de quelle manière la glace fe forme, on connoît auffi celle felon laquelle la grêle fe

produit : c'eſt le même phénomène, avec cette différence que l'une s'engendre ſur la terre, & l'autre dans les régions ſupérieures de l'athmoſphère. La grêle n'eſt en effet que des vapeurs qui s'y ſont élevées, converties en eau & enſuite glacées.

Ce phénomène n'a rien de ſurprenant lorſqu'on conſidère que les régions ſupérieures de l'athmoſphère, quoique plus proches du ſoleil, ſont cependant beaucoup plus froides que les régions inférieures qui en ſont plus éloignées, ainſi que l'atteſte le froid piquant qu'on éprouve ſur le ſommet des hautes montagnes, preſque toujours couvertes de neige.

La groſſeur des gouttes de pluie eſt communément la meſure de celle

des grains de grêle ; de là les mêmes variétés qu'on obſerve dans la groſſeur de ceux-ci. De même donc que la pluie qui tombe ſur le ſommet des montagnes eſt communément plus fine que celle qui tombe dans les plaines ; de même la grêle qui arrive juſqu'à la ſurface de la terre eſt plus groſſe que celle qui tombe ſur le ſommet des montagnes.

Rarement les grains de grêle ſont-ils parfaitement ronds. Ils ſont irrégulièrement aplatis, & on y remarque des angles & des cavités. Celle qui tombe en temps d'orage, lorſque le vent eſt fort, eſt ordinairement moins régulière que celle qui tombe pendant un temps calme ; parce que le vent déforme la rondeur des gouttes de

pluie, les aplatit ; & congelées, elles conservent l'irrégularité de leur forme.

Quelquefois la grêle est comme molle, & sa surface paroît saupoudrée de farine. Les grains de celle-ci sont communément petits, & ils se fondent facilement. Cette espèce de grêle ne tombe guères que dans un temps calme, humide & un peu chaud. Or voici d'où dépend ce phénomène.

Les petites particules de vapeurs qui conservent leur fluidité vers la terre, & qui y demeurent suspendues, s'attachent aux grains de grêle qui viennent des nuées supérieures ; elles se gèlent au moment du contact, & forment cette espèce de farine dont il est ici question.

On trouve ſouvent dans le centre de la grêle une ſorte de noyau opaque, blanc, & entouré d'une croûte tranſparente. Il eſt probable que ce noyau s'eſt formé dans la région ſupérieure de l'athmoſphère, cette région qu'on appelle la région glaciale; qu'en tombant enſuite avec une grande vîteſſe, il a recontré dans ſa chûte des gouttes d'eau qui ſe ſont attachées à ſa ſurface, & ſe ſont glacées. Or, comme l'intenſité du froid eſt beaucoup plus petite dans les régions inférieures de l'air, cette glace extérieure doit être plus molle & plus tranſparente. Cette ſorte de grêle a coutume d'être accompagnée de pluie.

Il eſt des circonſtances où pluſieurs

grains de grêle venant à se joindre & à se souder les uns aux autres, forment des grains d'une grosseur extraordinaire. On en a vu d'aussi gros que des œufs de poule & même de plus gros. Il est fait mention, dans l'Histoire de l'Académie des Sciences, d'une grêle qui tomba dans le Perche en 1703, dont les moindres grains étoient gros comme des noix, les moyens comme des œufs & plusieurs comme le poing.

On lit dans la description des îles Orcades, qu'il y tomba, au mois de Juin 1680, une grêle d'une grosseur extraordinaire; ce n'étoit point des grains, mais des masses de grêle dont plusieurs avoient jusqu'à un pied d'épaisseur. Elle tomba pendant un orage

qui fut accompagn d'un tonnerre épouvantable.

Celle qui tomba le 13 Juillet 1788, & qui causa tant de ravage en Frenec, étoit d'une grosseur extraordinaire, non cependant aussi grosse que quelques papiers publics l'annoncèrent dans le temps. Si l'on en trouva quelques morceaux du poids de dix livres, comme on le prétendit, c'étoient plusieurs grêlons tombés les uns sur les autres, qui s'étoient amoncelés & soudés ; les plus gros, qui étoient isolés, ne pesoient qu'une livre & quelques onces, selon le témoignage du pere *Cotte* auquel on peut très-bien s'en rapporter. Toujours étoit-ce une grêle aussi terrible qu'extraordinaire.

C'eſt une opinion accréditée, & même par pluſieurs célèbres Phyſiciens, que la grêie ne tombe jamais pendant la nuit; mais toute accréditée qu'elle ſoit, cette opinion n'eſt qu'une erreur, & cette erreur a été miſe en évidence par le témoignage de pluſieurs obſervateurs dignes de toute notre confiance, qui nous aſſurent qu'ils ont vu tomber de la grêle en différentes ſaiſons de l'année & pendant la nuit. A la vérité il eſt auſſi rare que la grêle tombe pendant la nuit que pendant l'hiver.

A quelque hauteur que ſoient les nuées qui ſe convertiſſent en grêle, toujours eſt-il vrai qu'une fois formée, la grêle accélère de vîteſſe en tombant, & conſéquemment ſa force augmente

à meſure qu'elle approche de la ſurface de la terre.

Si elle vient d'une très-grande hauteur, & que ſes grains ſoient fort compactes & fort gros, ils doivent néceſſairement ſaccager les endroits ſur leſquels ils tombent, & c'eſt ce qu'on n'obſerve malheureuſement que trop ſouvent. Plus d'une fois on a vu la grêle creuſer la terre juſqu'à la profondeur d'un pouce. Quant aux autres déſaſtres qu'elle produit, tout le monde les connoît. Perſonne en effet n'ignore qu'elle couche & hache les moiſſons, qu'elle abat les fruits, caſſe les branches des arbres, briſe les toits des maiſons, en caſſe les vitres, tue les animaux dans les campagnes & juſqu'aux

hommes qui font surpris par sa chûte.

Il y a des endroits plus exposés que d'autres à la grêle, & il en est où il ne grêle que très-rarement. Les pays situés entre des montagnes & exposés aux vents du nord, y sont très-sujets, sur-tout lorsque ce vent souffle au-dessus de ces endroits; mais il ne grêle que très-rarement dans les vallons dont les montagnes sont à l'orient.

Ce phénomène a fait soupçonner à quelques Physiciens que la grêle qui se forme dans ces sortes de contrées se fond en tombant & en traversant une masse d'air échauffée par la réflexion des rayons du soleil.

Il est une espèce de menue grêle, qu'on appele *grésil*, dont la blancheur

égale celle de la neige. Elle eſt extrêmement dure, & elle reſſemble aſſez bien à de la coriandre confite & ſucrée. Celle-ci a la même origine que la grêle ordinaire, dont elle ne diffère que par la petiteſſe de ſes grains ordinaires.

Fin du quatrième Volume;

TABLE DES MATIÈRES.

Fin de la Table.

